



TITLE:

都市通勤交通需要の推計に関する 方法論的研究(Dissertation_全文)

AUTHOR(S):

天野, 光三

CITATION:

天野, 光三. 都市通勤交通需要の推計に関する方法論的研究. 京都大学,
1966, 工学博士

ISSUE DATE:

1966-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.r714>

RIGHT:

都市通勤交通需要の推計
に関する方法論的研究

昭和40年10月

天 野 光 三

都市通勤交通需要の推計
に関する方法論的研究

昭和40年10月

天 野 光 三

序

近年における産業・人口の都市集中は著るしく、都市の経済活動規模は急激に増大しつつある。そうしてこれに対応するための都市公共施設の不足や、公害の増大など、いわゆる都市問題は、世界のほとんどすべての大都市の共通の悩みとなつている。

このさまざまな都市問題のうち、通勤交通に関して、現在わが国のすべての大都市においては、その急激な増加に対応しうる交通施設の整備・増強を行ないえないため、路線施設の極限に近い高密度な電車運行や、時差通勤による通勤時間分布の調整などに努力しているが、はなはだしい混雑が慢性化している実情である。このように、通勤交通は市民生活にとつて最も身近かな、かつ緊急の課題であると同時に、それが都市交通施設の最大容量を必要とし、整備・増強計画の目標値と考えられるので、われわれは、通勤交通に関する課題と真剣に取り組む必要がある。

この課題に対して、従来のように単に一輸送路線、一輸送系統ごとに輸送量をとらえる不合理はもちろんのこと、単なる輸送力の増強という直接的な方策のみでは根本的な解決をはかることはできない。都市に関するさまざまな課題は、いずれも根底で密接に結合しており、経済的・社会的にみた共通の基盤から派生する事象として取り上げねばならないからである。

この見地から、本研究においては、将来における都市域の発達と土地利用、都市の経済活動機能、人文地理的客観条件などの変化に伴う通勤交通の分析と将来の推計を行ない、長期的・総合的な都市問題の解決の一環として、通勤交通に関する根本的な解決策を見い出すための方法論について考察した。

本研究に対して終始御指導を賜わった、京都大学教授米谷栄二先生、御鞭撻を賜わった、京都大学教授石原藤次郎先生をはじめ、有益な御助言を戴いた京都大学助教授佐佐木綱先生、資料その他に御助力を戴いた日本国有鉄道田中行男建設局長、ならびに同東京工事局の関係各位に対して、心から感謝の意を表する次第である。

昭和 40 年 10 月

天 野 光 三

目 次

| | | |
|-------|---------------------|----|
| 第 1 章 | 序 論 | 1 |
| § 1. | 本研究の目的 | 1 |
| § 2. | 本研究の立場 | 3 |
| § 3. | 本研究の内容 | 6 |
| 第 2 章 | 都市人口と通勤交通 | 14 |
| § 1. | 概 説 | 14 |
| § 2. | 都市通勤交通需要の増加とその要因 | 15 |
| § 3. | 通勤交通の時間分布と方向性 | 20 |
| § 4. | 都市通勤における交通手段 | 25 |
| § 5. | 結 語 | 32 |
| 第 3 章 | 労働需要力の形成と変動に関する考察 | 36 |
| § 1. | 概 説 | 36 |
| § 2. | 都心地域の発展とその要因 | 37 |
| § 3. | 都心各地区に対する労働力供給構造 | 45 |
| § 4. | 交通条件による業務地域発展の方向と速度 | 52 |
| § 5. | 結 語 | 61 |
| 第 4 章 | 住居地域の発展に関する考察 | 63 |
| § 1. | 概 説 | 63 |
| § 2. | 居住人口の時間距離的分布に関する分析 | 64 |
| § 3. | 人口密度の増加過程に関する分析 | 76 |
| § 4. | 住居地地価の時間距離的分布に関する分析 | 85 |
| § 5. | 結 語 | 89 |
| 第 5 章 | 交通路線勢力圏人口の形成に関する考察 | 93 |
| § 1. | 概 説 | 93 |

| | | |
|-------|-------------------------------|-----|
| § 2. | 時間距離と人口密度分布の数式模型 | 94 |
| § 3. | 交通路線が都心に集中する場合 | 97 |
| § 4. | 交通路線が途中で分岐する場合 | 100 |
| § 5. | 相互接続点を有しない路線の場合 | 102 |
| § 6. | 路線沿線人口増加の推計 | 106 |
| § 7. | 大都市における適用例 | 110 |
| § 8. | 結 語 | 115 |
| 第 6 章 | 地域間通勤交通需要の推計 | 118 |
| § 1. | 概 説 | 118 |
| § 2. | 地域間通勤交通需要推定の従来の方法 | 119 |
| § 3. | 都市における通勤OD表の地域の限定 | 130 |
| § 4. | 人口増分による地域間交通需要の収束計算法 | 133 |
| § 5. | 大都市における適用例 | 139 |
| § 6. | 結 語 | 143 |
| 第 7 章 | 通勤経路の選定に関する考察 | 147 |
| § 1. | 概 説 | 147 |
| § 2. | 路線勢力圏推定のための実査法と実験式 | 150 |
| § 3. | 幾何学的路線勢力圏による推計法 | 168 |
| § 4. | 通勤費用－時分換算係数による推計法 | 174 |
| § 5. | 経路選定に関する社会心理的要素の計量化 | 183 |
| | 〔1〕 経路選定要因の判別関数 | 183 |
| | 〔2〕 経路選定要因の重回帰分析 | 187 |
| | 〔3〕 実査データにもとづく経路選定要因の分析 | 193 |
| § 6. | 結 語 | 200 |
| 第 8 章 | 路線別通勤交通需要の推計 | 204 |
| § 1. | 概 説 | 204 |
| § 2. | 吸収マルコフ過程に関する理論 | 205 |
| § 3. | 吸収マルコフ過程としてみた都市通勤流動 | 209 |
| § 4. | 土地利用計画にもとづく路線別通勤交通需要 | 217 |

| | | |
|--------|-------------------------|-----|
| § 5. | 路線別通勤交通需要の図上計算法 | 223 |
| § 6. | 大都市における適用例 | 227 |
| § 7. | 結 語 | 238 |
| 第 9 章 | 交通路線連関の定式化とその応用 | 240 |
| § 1. | 概 説 | 240 |
| § 2. | 路線連関表の作成とその意義 | 241 |
| § 3. | 路線連関表による通勤交通の現状分析 | 244 |
| § 4. | 路線連関表による通勤交通需要の推計 | 249 |
| § 5. | 大都市における適用例 | 253 |
| § 6. | 結 語 | 255 |
| 第 10 章 | 結 論 | 257 |
| 付図・付表 | ..... | 259 |

第1章 序 論

§ 1 本研究の目的

本研究の目的をのべるにさきだつて、まず現代における大都市の形成の歴史について概観する。

19世紀末以来、独占資本の成熟、産業構造の高度化に伴ない、近代産業を象徴する大工場群や大企業の管理事務機構、およびそこに働く多数の就業者を擁する大都市が世界の各地に成長をはじめた。そうして第2次大戦以後におけるめざましい技術革新の進展は、工業生産力の飛躍的な増大と近代国家の経済規模の拡大を実現させた。そうして人口は労働の生産性のより高い産業へ、資本は資本の生産性のより高い産業へと移動した。

その結果、第2次産業・第3次産業の流通・管理の中核的な機能をもつ大都市の繁栄と、その比重を減退した第1次産業就業者、すなわち農漁村人口の都市への流出が必然的趨勢として招来され、大都市の膨張の経済的・社会的基盤が形成された。

さらに大都市の有する経済の支配的機能に加えて国家の政治的機能が結合し、強大化された誘引力は、ついに人口1,000万をも超える巨大都市さえ出現させた。

さらに一方、大都市における高い生活水準と、それに比例する市民の旺盛な余暇享受への欲求は、ぼう大な消費需要をうみ出し、これを充足するための第3次産業部門が繁栄して大都市の膨張の傾向を助長している。

このように、一見華やかな現代都市文明を謳歌するかに見える大都市にも、その増大に伴ない、都市計画の面における新らしい次元のさまざまな課題が現われはじめている。すなわち、このように急激な人口増加に対応するための交通施設、上下水道施設などの最も基礎的な都市公共施設や、市民生活の基盤であるべき住宅が不足をきたす。さらには大気汚染・河川汚濁・騒音などの公害や都市犯罪の増大などなど、そこに営まれる市民の日常生活を

1-2

圧迫し、ひずませ、人間みずからがつくつた都市という人間社会が、そこに住む市民の人間性の喪失を迫るという、はなはだ不可解な現象が醸成されつつある。のみならず、近年においては、大都市のとくに都心にみられる混乱が、資本の活動、すなわち都市の経済活動機能自身をも阻害する形で現われてきつつある。

こうして、現在、世界のほとんどすべての大都市にとつて共通の悩みは、国民生活と国民経済に及ぼす影響の大きさと緊急性からみてここにのべたいいわゆる都市問題が、最大の課題となつているにもかかわらず、その解決が著るしく困難を伴なつている点にある。

とくにわが国では、浅い経済基盤と後進的な地域構造・都市構造の基礎の上に、性急ともいえる経済の高度成長をはかつてきたため、均衡を欠いた都市化現象が大都市を中心として急激に進み、その矛盾が近年一挙に顕在化した。

換言すれば、いわゆる二重構造とよばれる日本経済の特質、そのさまざまな矛盾の結合した形が都市に最も鮮明に象徴的に現われているともいうことができる。

こうして東京をはじめとするわが国の大都市は、活動力に富むが、恐ろしく混乱した都市の姿を現出している。

ここにのべたように、いまやわれわれの大きな課題となつたさまざまな都市問題のうち、都市交通難、すなわち道路のまひ現象と事故の多発、都市鉄道の通勤難と過密ダイヤなどが、市民生活の福祉にとつて最も身近かな、かつ緊急の課題となつている。またさらにこれらの交通に関する課題のうちでもとくに重要な通勤輸送の役割は、単に市民生活への影響のみならず、事業所群に対する大量の就業者の輸送、いわば都市のあらゆる経済活動を始動させるための生命活動そのものであるともいえることである。同時にのちに第2章§3にのべるように、通勤交通は短時間に集中された大量輸送を要請する特性をもっているから、ほとんどの都市交通施設はこれに対応しうる十分な規模と構成を有するものでなければならない。これが本研究において都市交通のうちとくに通勤交通を取り上げた理由である。

これらの諸点を勘案し、本研究ではたとえば東京・大阪・名古屋のように

それぞれの都市圏あるいは地域経済圏における中心的、主導的地位をしめ、かつ著るしい膨脹傾向にあることによつて生ずる種々の都市問題をかかえる大都市を対象として、この通勤交通に関する課題をとりあげる。

しかしながら、上にのべた都市問題のそれぞれの課題は、個々の解決の方策が根本的であればあるほど、さまざまの視野からの総合的・有機的な施策の究明が必要となる。なぜならば、都市に関するさまざまの課題は、いずれも根底では密接に結合し共通の基盤から派生しているともいえるからである。

たとえば、通勤交通の直接的な混雑緩和のみを目的とし、単純に輸送需要の増加に対する追隨的な輸送力増強に努力したとしても、それは決して根本的な解決のための施策とはなりえない。しよせんは局部的・一時的なびほう策にすぎないともいえよう。長期的かつ総合的な解決は、地域計画の概念にもとづく都市構造の再開発計画の一環として都市交通施設計画が策定され、そのすべての施策が計画的・秩序的に推進されることによつてはじめて可能といいうる。

本研究においては、通勤輸送に関する都市の交通施設計画をこの観点において把握し、つぎの3つの課題を研究の目的として設定する。

- 1 将来における都市域の発達と土地利用、都市の経済活動機能、人文地理的客観条件などの変化に伴う通勤交通構造の変化に関する計量的な分析。
- 2 都市交通施設の量的・質的整備条件からみた都市発展傾向の計量的な分析と予測。
- 3 これらを総合し、将来のさまざまな都市構造と交通施設の整備条件の変化に対応して、都市交通路線網を流動する将来の通勤輸送需要の推計。

以上によつて通勤交通問題の根本的解決、したがつてほとんどの都市交通施設ののぞましい規模と構成を見い出すための基礎的な課題を解明しようとするものである。

§ 2 本研究の立場

都市交通はその内容が多岐にわたり、輸送対象からみて旅客・貨物にまず分類され、また輸送目的から見ると、生産的・消費的交通に大別される。たとえば、旅客交通について、生産的交通は通勤・通学・社用・商用などがあ

り、消費的交通は買物・訪問・娯楽・集会・休養・観光などの目的に細分される。

さらに交通手段についてみると、都市高速鉄道・路面電車があり、また道路上には各種の旅客・貨物自動車と三輪・二輪車のほか、徒歩交通なども含まれる。そうしてそれらはいわゆる乗り合いか、否かによつて私的交通手段と公衆的交通手段に分類され、また交通企業は経営主体によつて公営交通機関と私営交通機関などにも区別される。

かように種々の交通事象を総称する都市交通を研究対象とする場合、従来行なわれている研究を大別すればつぎのようになる。

- (1) 交通流動を解明する立場からの研究
- (2) 交通経営政策を見い出す立場からの研究
- (3) 交通施設の改良計画を樹てる立場からの研究
- (4) 都市活動機能を分析する立場からの研究
- (5) 交通路線網の構成を合理化する立場からの研究

(1)は路線上の交通流動に関する理論的・実験的研究がその主体となつており、交通車両群の流動の円滑化を主な目的とする。

(2)の立場は交通企業経営の実務家によるものであり、経営基盤の強化のため、市場調査・需要予測・運賃論などにもとづいて経営的施策を見い出すことが主な目的となつている。

(3)の立場は輸送需要の量と質の変化に対応し、交通施設の増強・改良計画の策定を目的とするものであつて、鉄道・道路の管理当事者によつてそれぞれ個々に、かつ多分に経験的な検討が行なわれている。

(4)の立場は主に都市経済学、都市社会学、都市地理学の分野から、都市に営まれる経済活動と市民生活を支えるための手段としてみた交通を取りあげる。

(5)の立場は主として、土地利用計画との関連において、都市活動の動脈としての交通路線網の構成と規模を見い出し、各種の路線網から成る交通体系の設計・改良を論ずるものであつて、都市計画学者や市政の担当者によつて取り上げられる。

しかし、これらはいずれも、まだ十分な体系化が行なわれているとはいへ

ないうえに、相互の関連性については、ほとんど考慮されてはいないといえる。

一般に都市交通は、たとえばここにさまざまな立場を掲げたように、社会万般の事象に複雑に関係している。したがって、これを対象とする科学も建設のための広義の工学をはじめとし、経済・社会・法律・地理・心理などのそれぞれの学問分野からの研究対象が多岐にわたり、それぞれの立場によって目的と内容が相違する。

そうしてすでにのべたように、さまざまな分野に関する総合性と相関性を有する「都市交通」という研究対象は、従来の科学の分類のいずれにも属さないため、これを純粋に科学的に取り扱う研究はほとんど現われなかつたともいえる。⁹⁾

しかし政策や手段は、その基礎に科学がなければならないことはいうまでもない。都市交通問題とその対策という課題にこたえるためには、われわれは都市交通事象の本質を解明する総合的・科学的立場からの研究を行なわなければならない。

この見地に立つて、本研究では都市と交通を切り離すことなく、都市交通現象を直接の対象とし、都市の発展と交通手段との関係に焦点をおいてこれを総合的に解明しようとする。たとえば、都市の発展と構造変化は必然的に交通需要と交通手段を変化させ、¹⁰⁾ さらにこれが都市の発展を誘引する原因となる。¹¹⁾ 地理学的な見方をすれば、都市の発展は人口と経済機能の平面的な拡がりや密度分布の変化であり、また交通は平面的な距離の克服手段として、この両者は共通の基盤にある事象と認識すべきであるともいえる。この点を考慮し、本研究では、いわば前述の5つの立場のうち(3)(4)(5)について総合的に取り扱うことを目標とした。そうして可能な限りこれに接近することに努め、都市地域形成のメカニズムに直接・間接に作用する機能を有する事象として広く交通をとらえ、その現象面のみならず供給・需要の発生の根源を解明し、さらにそれを通じて将来の都市構造の形成と交通網の関係について考察する。

つぎに本研究の工学的立場に関してのべる。

土木・建築など広く都市の公共施設の建設のための工学は、個々の構造物

をそれぞれの目的に対して最も合理的・経済的に設計・施工するための技術を、さらに進歩向上させるように努めるべきは論をまたない。

しかしながら、これらの施設投資計画策定の適否が、国民経済と市民福祉に及ぼす影響の大きさを考えるとき、この設計施工技術の向上と併行して、計画技術の向上の努力が不可欠の条件として、建設技術者に要請される。その場合の目標とすべき都市公共施設計画とは、都市の有するあらゆる機能に対して矛盾がないことはもちろん、長期的・総合的にみて、最ものぞましい都市形成への施策を見い出すためのものでなければならない。

同時に工学的立場である以上、それを具体的に施設計画に導入しうることが前提となり、計量的な答を見い出すことを要求される。都市に関する従来の議論のほとんどは、抽象的・定性的・観念的なものであるともいえるが、われわれの工学的研究は、ここにのべたように具体的・定量的・実証的であることが必要である。

このため、本研究では都市通勤交通に関する種々の事象を理論的・実験的な数式模型によつて取り扱い、社会心理的要素についても可能な限りの計量化を試みることによつて、将来の輸送需要推計のための計量的な方法論を提案することとする。

§ 3 本研究の内容

本論文の構成について、各章の関係を明らかにすると同時に、各章に論述した研究内容をその順序にしたがつて概説するとつぎのようである。

都市通勤交通需要の推計に際しては、まず将来の通勤交通構造の変化に影響を及ぼす外生的要素として、§ 1 にのべたように、まず国土・地域の経済構造の変化の観点¹²⁾ からみた都市の発展と、今後の産業・人口の集中傾向に対する科学的分析が必要である。

そのため第2章においてまず近年の経済成長、産業構造の高度化、地域構造の変化のもとにおける都市の発展の過程について論述する。つぎにこの都市人口と都市内部の通勤人口との関係を考察し、都市人口の増加傾向を上回つて都市の通勤人口増加率が高いこと、都市通勤交通需要の増加が今後においてさらに著しいと想定されることなどについて論述する。

またこの通勤交通は、必然的に朝夕の短時間に集中し、かつ固定した起終点をもち、一方向性という特性を有する。したがって、通勤交通の大量輸送に対応する交通施設を目標とすることによつて、ほとんどすべての都市交通施設ののぞましい規模と構成がえられることを論述する。そうしてこの通勤輸送の役割を果たすべき各種交通機関の特性について考察し、わが国における諸都市の街路の後進性をも勘案して、都市高速鉄道の通勤交通に占める比重はなお増大が予想されることをのべる。

第3章においては、都心地域に関する交通地理学的な考察を行なう。すなわち都心事業所地域を労働力の需要地域、近郊住宅地域を労働力供給地域とし、この間における空間的な距離を克服する手段として第2章にのべた通勤流動が発生する。したがって、この両地域の将来の構造変化が直接的に将来の通勤交通需要の量的・質的变化を促すから、その推計のためには両地域の交通地理的な検討が必要である。

このためまず労働力の需要地域としてみた都心に営なまれる経済活動の性格と機能、さらには都心集積のメカニズムを分析し、今後においてその都市経済圏（首都においてはさらに国家経済と政治）の管理中枢機能が、都心地域にさらにその集積の度をます傾向について概観する。また都心地域における労働力需要の平面的な分布の過去の推移とともに、都心の内部の個々の地区について、各住居地域からの供給依存度に差があることをのべ、都心と近郊のそれぞれの地区間の結びつきの強さによつて、将来の通勤の起終点関係が支配されることについて論述する。さらに、都心地域の今後における発展の傾向を推計するための方法論を提案する。

第4章においては、都市近郊地域を労働力の供給地域としてとらえ、その発展を主として人口分布と通勤交通手段との関係において考察する。すなわち、都心に対する所要時分を異にするそれぞれの近郊地域について、夜間人口、夜間人口密度、通勤発生人口を都心に対する時間距離の指数関数として表わし、都市近郊における人口の地理的な分布の形態を解明する。

また、都市近郊のそれぞれの地域につき、年度経過に伴う人口密度の増加過程を成長曲線のモデルにあてはめることによつて、都心に対する時間距離の相違する都市近郊の各地域ごとに、飽和人口密度の予測値が得られるこ

とをのべる。

さらに、都市近郊の人口増加の制約条件となる住宅地としての地価の形成要因のうち、交通条件が大きな比重を占めていることから、都市近郊の地価を都心に対する時間距離の関数として表わし、人口密度分布の形成に密接に関連する将来の地価を予測するための方法をのべる。

第5章においては交通路線の整備に起因する沿線人口の誘発効果の推計についてのべる。各種の都市交通施設は、従来、輸送需要のあるところにその要請を充足することを目的として建設され、増強されてきた。

しかし一般に交通機関はそれ自体輸送需要を誘発する機能を有し、また地域構造は新たな交通路線網の方向に誘発される経済的・社会的必然性をもっている。¹⁴⁾ すなわち、交通施設の量的質的改善は、潜在需要を顕在化させ、またこの便益の付加が刺激となつて、その受益圏への人口の新たな定着をもたらし、これがまた交通需要をうみ出す根源となる。

既成都市においても、新たな鉄道沿線には住宅地化が進行するから、交通施設投資によつて市街地形成を先行的に誘導したり、好ましくない発展傾向を抑制することもまた可能といえる。

のぞましい都市交通施設計画とは、当然これらの影響をも含めて最も効果的・経済的な体系の形成を目指すものでなければならない。したがつて、交通施設に付加された新たな機能に追随する人口分布の変化は、当然、需要想定にフィードバックして取り扱う必要がある。われわれの都市交通施設計画に際しては、このメカニズムの計量的分析が最適計画への接近のために必要な課題といえる。

この見地に立つて、第5章では、都市近郊の交通路線の相対的な速度変化が将来の沿線人口分布の変化におよぼす影響を、計量的に把握するための方法論を提案する。すなわち、第4章で明らかにしたように、都市近郊の人口密度を都心からの時間距離の関数として表わし、これを各交通路線の勢力圏について積分することによつて沿線人口が求められる。この方法を応用し、各交通路線の将来の速度の相対的变化に起因する沿線人口分布の変化を推計するための方法論を提案する。

第6章においては労働力の需要・供給のそれぞれの地域間の交通量につい

て考察する。一般に交通流は目的地と始発地を有する。都市通勤交通についてみると、すでにのべたように、都心事業所地域とそれぞれの近郊住宅地域がそれに相当する。前者の将来の構造変化にもとづく労働力需要量の推計については第3章に、後者の労働力供給量の推計に関しては第4章、第5章にそれぞれ論述した。これらの推計値を応用し、第6章においては個々の労働力需要・供給地域を目的地・始発地とするそれぞれの地域間交通量（分布交通量）を推計するための方法論について論述する。

すなわち、まずこの目的のための従来の重力モデル法、現在パターン法について説明する。つぎに、都市通勤交通については第2章§2にのべるように、労働力需要地域が都心に集中し、供給地域とかなり判然と区別しうることから、分布交通量の推計に際しては、各地区の地理的性格によつて対象地区を限定しうることのべる。

さらに、都市通勤事象に関して、地域間輸送構造を変化させる要素は、それぞれの地域の需要・供給量の増加率ではなく、その増分と考えるべきことを論述し、これにもとづいて将来の地域間交通需要を推計するための効果的な収束計算法を提案する。

第7章においては通勤経路の選定に関する諸条件について考察する。都市近郊と都心のそれぞれの地域間における将来のOD交通需要が第6章によつて知られた場合、都市交通施設計画のためには、さらに各交通路線の区間別交通需要（配分交通量）を推計する必要がある。そのための方法論については第8章、第9章に論述するが、まずその前提として、通勤者が各路線のいかなる輸送の質的条件を比較して利用路線を選択するかという課題がある。

この課題の解明を目的として、経路選定に関する社会心理的事象の計量的分析の方法論について論述する。

まず各路線の輸送需要に変化をもたらす根源ともいえる駅勢圏の形成、ならびにその要因に関する従来の研究についてのべる。

つぎに、通常多く用いられるように、アンケートなどの実査を行うことなく、過去における種々の統計値のみを利用することにより駅勢圏を推測するための2つの方法論を提案する。第1は地図上で幾何学的に容易に設定される駅勢圏からの発生通勤人口の推計値と、実際の各駅乗車人数との差にもと

ずいて実際の駅勢圏を推定するものであり、第2は経路選定に関する各路線の輸送の質的諸条件のうち所要時分と運賃のみに着目し、通勤費用-時分換算係数を明らかにすることによつて、駅勢圏を推定する方法である。

さらに通勤経路における乗換えや混雑度なども、経路選定の大きな要素と考えられる。これらの社会心理学的要素が通勤者によつて感じられる精神的・肉体的負担の大きさを計量化するための従来の方法をのべるとともに、新たに重回帰分析の手法が適用しうることを提案する。また、経路選定理由を尋ねたアンケート回答数のウェイト付けによつて、上述の目的のための1つの方法論を提案する。

第8章、第9章はともに各交通路線の区間別輸送需要を予測し、交通施設の今後の増強計画に直接必要なデータを得るための方法論について論述したものである。

まず第8章では、吸収マルコフ過程の理論を応用し、路線網の各接続点における遷移確率が与えられた場合に、各区間の交通量を推計する佐佐木綱博博士の研究についてのべる。つぎにこれを応用し、与えられた将来の土地利用計画と第6章にのべた地域間交通量の推計の方法論、および現在の交通路線網における流動構造にもとづいて、各区間の交通量を推計するための方法論を展開する。

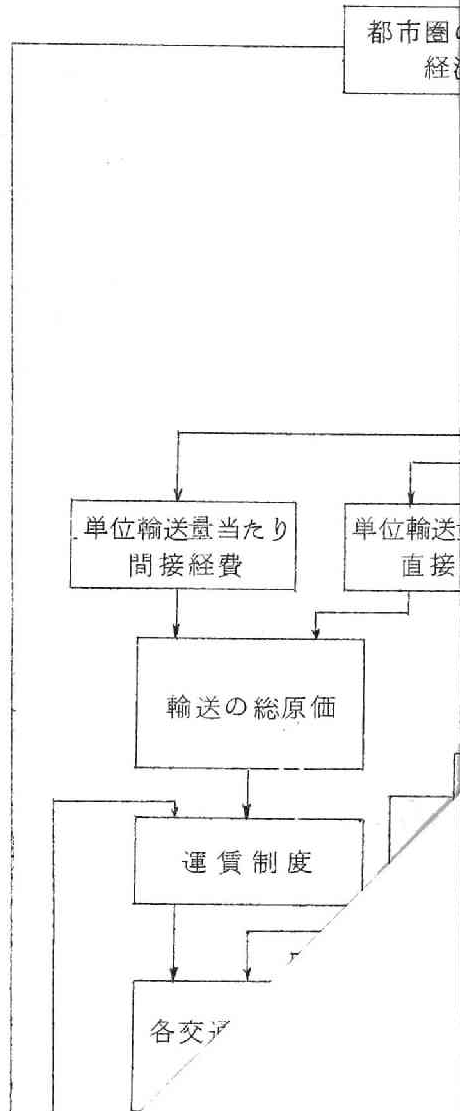
第9章においては、都市近郊と都心の各地域を結ぶ交通路線網の相互依存関係を各産業間の需給関係をあらわす産業連関表と同じ構造を有する連関表によつて表現することを提案する。この表を応用し、ある仮定のもとに解析することにより、都心各地区の将来の労働力需要人口のみ、あるいはさらに近郊地区の労働力供給人口をも与えた場合について各路線の区間別交通量を予測するための方法論を提示する。

以上のように、本論文の各章にとりあげた研究課題が、実際の都市交通施設計画における意義と位置付けについてのべるとつぎのとおりである。


一般に、都市通勤交通計画に当たり考慮せねばならない要素は相互に密接に関連し合っているが、その関係を単純化し、主要事項についてシステムチャートを作ると図1-3-1となる。

この図は、都市通勤交通を需要と供給の2つの面からとらえ、その両者の

図 1



結節点として輸送の質的条件によつて利用者の選択が行なわれるものとして、施設投資の実施に踏切るまでに検討すべき事項とその手順を示したものである。

なお、このシステムチャートのなかで本研究の各章が該当する箇所を太線および  によつて示したが都市通勤交通計画のさまざまな課題のうち、本研究においては将来の通勤交通需要の推計に関するすべての事項を研究の対象として取り上げていることがわかる。

参 考 文 献

- 1) A.B.Gallion & S.Eisner : The Urban Pattern, City Planning and Design, 1963, D.Van Nostrand Co.,
Part IV, The City Today, pp. 227 ~ 310.
- 2) F.J.Osborn 立 A.Whittick : The New Towns, The Answer to Megalopolis, 1963, McGraw-Hill Book Co., pp. 7 ~ 33.
- 3) L.C.Fitch & Associates : Urban Transportation and Public Policy, 1964, Chandler Publishing Co., The Urban-Transportation Problem, pp. 9 ~ 24.
- 4) 絹谷祐規・西山研究室編：生活・住宅・地域計画，1965.8，勁草書房，
大阪市における住宅事情の地域的構造， pp. 87 ~ 114.
大都市圏内の典型地域における居住者の住要求， pp. 115 ~ 164.
- 5) H.Herman : New York State and The Metropolitan Problem, 1963, University of Pennsylvania Press,
The Metropolitan Problem, pp. 13 ~ 32.
- 6) 岩井弘融・加藤一郎・柴田徳衛・八十島義之助責任編集：
都市問題講座 1，経済構造，昭40.5，有斐閣， pp. 8 ~ 12.
- 7) 日本の都市問題， 1964.3. 東京大学出版会 .
- 8) 角本良平： 都市交通， その現状と対策， 昭31.9，
交通協力会出版部， pp. 59 ~ 82.
- 9) 清水馨八郎： 大都市地域と交通との基本関係の地理学的研究，

1-12

1960.12, 東京都企画室, pp. 1 ~ 3.

- 10) A.M.Lehr : Die Stadt zwischen Gestern und Morgen, 1961,

Kyklos-Verlag Basel.

I. Der Gestaltwandel der Stadt als Ursache und Folge der

Verkehr-entwicklung, SS. 1 ~ 100.

- 11) Herausgegeben von J.W.Korte : Stadtverkehr, gestern, heute und

morgen, 1959, Springer-Verlag.

II. Die Stadtentwicklung aus der Warte des Verkehrs, SS. 63 ~ 92.

- 12) 経企庁総合計画局編 : 総合的交通体系, 昭36.9, 交通協力会, pp. 1 ~ 20.

- 13) H.Bartholomew : Land Uses in American Cities, 1955,

Harvard University Press.

III. The Central City, pp. 21 ~ 76.

- 14) 上 掲 1), Part III, The Planning Process, pp. 165 ~ 226.

- 15) 天野光三 : 輸送調整に関する課題について

土木学会誌, Vol.50, No.1, 1965.1, pp. 31 ~ 36.

第2章 都市人口と通勤交通

§ 1 概 説

本章では第3章以下に論述する方法論的研究の前提として、まず都市通勤交通需要の形成と交通流動としての特性など、通勤事象に関する基本的な性格について概観するとともに、これらに対する適合性からみた各交通手段の機能について論述する。

一般に、都市交通施設の合理的な計画を策定するためには、まずその都市圏全域を巨視的にみた交通構造の変化の方向を正しく把握することが必要である。すなわち、国土・地域のなかにおける地位と、経済的・社会的客観条件の変化に対応して、個々の都市が将来に果してゆくべき役割において、都市交通計画の基本的な方向づけが見い出されなければならない。したがって、将来のためには、まず過去に体験してきた交通構造の変化のうち、将来も継続的に増大すると想定されるもの、あるいは巨視的にみた交通構造に新たに変化を及ぼす要因などについてまず概観する必要がある。

また、本研究にとりあげた都市通勤事象について、それがさまざまな都市活動のなかで果している役割と、その発展に及ぼす影響など、通勤交通のもつ基本的な性格についてまず正しい認識が必要である。さらに、都市における種々の交通機関の特性と通勤交通需要の要請する交通手段の機能との関係についても、あらかじめ明らかにしておく必要がある。

このため本章においては、まず都市における通勤交通需要の増加要因の分析と、それを通じて巨視的にみた都市通勤交通の将来の傾向について概説する。そうして、第3章以下にのべる都市内部の交通需要の分析と推計の方法論のために、基礎的な方向づけを示すこととする。

まず§2都市通勤交通需要の増加とその要因においては、経済成長と人口の都市集中、都市人口の増加と通勤交通需要などの関連性に関する過去の推移や、就業地・居住地の分離などの経済的・社会的客観条件からみて、都市通勤交通需要の増大は、今後なお著しいと想定すべきことをのべる。

つぎに § 3 通勤交通の時間分布と方向性においては、通勤交通が都心における経済活動の起動力となるべき本質から、短時間の一方向集中需要であることを指摘するとともに、交通施設の計画に際しては、この最大交通需要に対応することが必要条件であることを明らかにする。

また § 4 都市通勤における交通手段においては、通勤交通の要請する輸送の量的・質的諸条件を各交通機関の特性と対応させてその利害得失を比較し、各交通機関が通勤交通に果たすべき役割の比重とその今後の推移について考察する。

§ 2 都市通勤交通需要の増加とその要因

本節においては、都市における通勤交通需要が増加する経済的・社会的基盤について分析し、これにもとづいて今後の増加傾向を予測するため、以下順を追って考察を進める。

(1) 産業構造の高度化

わが国における経済成長は、まず第 2 次産業の比重の増大、工業における重化学工業化の進展によつて支えられている。すなわち、貿易依存度のはなはだ高いわが国経済の特性からみて、国際収支をも考慮した健全な経済の発展と規模の拡大を前提としなければならない。そのため、わが国の今後の産業構造は、世界市場に対する輸出に適合した高度加工産業に重点を指向し、機械工業と化学工業を基軸として展開されねばならない。

この線にそい、わが国の産業構造は第 2 次産業の比重の増大という姿で高度化の道を歩みつつある。

たとえば、現行長期経済計画²⁾(昭 36 ~ 45)によれば、昭和 32 年に対する昭和 45 年の国民総生産の規模を 2.67 倍に増大することを目標とし、これを達成するためには、同期間において鉱工業生産水準を 4.32 倍、輸出額を 3.16 倍に拡大することが必要であるが、反面、農林水産業の生産水準はわずかに 1.44 倍程度の向上にとどまるものと予想されるとしている。

また、この間における総人口増加は約 1.12 倍程度と考えられるから、これによつて 1 人当たり国民所得は著るしく増大し、この所得水準の向上は国民消費生活を変^へばうさせ、第 3 次産業の比重もまた著るしく増大する。

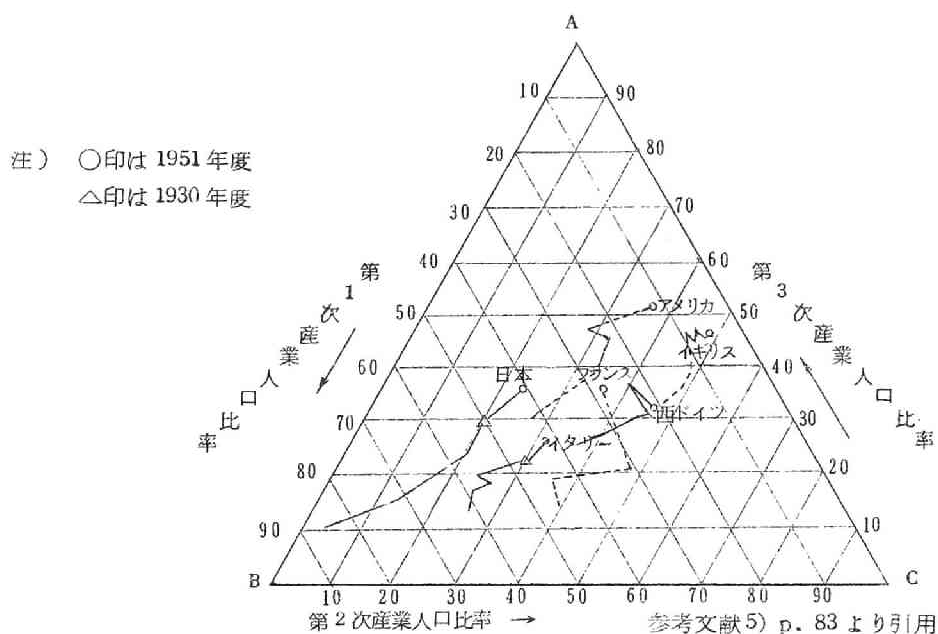
こうして、わが国の産業構造は第2次・第3次産業の比重の増大につれて、表2-2-1に示すように第1次産業の比重が減退し、いわゆる先進国型の産

表 2-2-1 産業構成の変化

| | | 第1次産業 | 第2次産業 | 第3次産業 | 計 |
|-------------|-----|--------|--------|--------|-------|
| 就業人口 構 成 | 25年 | 48.3 % | 21.9 % | 29.8 % | 100 % |
| | 30年 | 41.0 | 23.9 | 35.5 | 100 |
| | 35年 | 32.8 | 29.2 | 38.0 | 100 |
| 所得構成 | 25年 | 26.0 | 31.8 | 42.2 | 100 |
| | 30年 | 22.7 | 30.2 | 47.1 | 100 |
| | 35年 | 15.1 | 37.8 | 47.1 | 100 |

参考文献3)より作成

図 2-2-1 各国産業別人口構成の推移



業構成への道を着実に歩みつつあるといえる。これを世界各国の産業構造の推移と比較すると図2-2-1となり、近年におけるわが国の産業構造の高度

化が顕著に示される。

(2) 都市人口の増大

このような産業構造の高度化は、すでに第1章§1にのべたように、都市における経済活動の規模の拡大そのものを意味するといえることができる。一例として、このような経済活動の都市集中の実態をとらえるため、金融・各産業規模・事務所建築などを測度としてわが国の3大都市圏の中心をなす都府県の対全国比を求めると付表2-2-1となる。この表から、いずれの面からみてもこの3大都市圏に対する経済活動の顕著な集中傾向を知ることができる。

また、経営立地上、付表2-2-2に示すように昭和35年度における全国総数の40%以上、資本金額では70%近くまでの法人事業がその本社を6大都市に集中させる結果となつている。そのうえ、付表2-2-3によつて明らかのように、資本規模が大きいほど大都市、とくに東京に対する集中度が高く、しかも集中の傾向がなお著るしい。

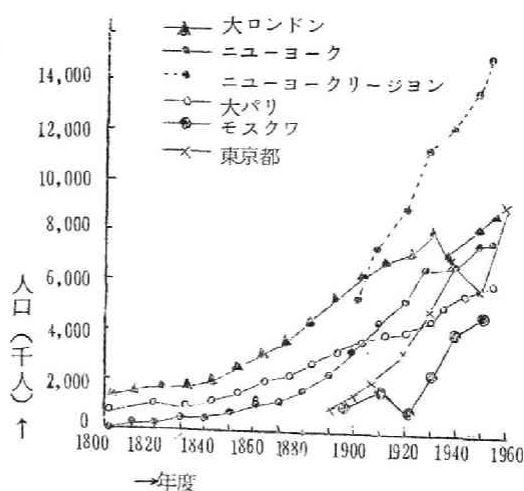
このように、大企業の管理中枢機能、流通と消費機構の繁栄は、都市における雇用機会の増大や、都市生活者の所得水準の向上となつてあらわれる。

すなわち、国内における地域間人口流動の変化を考える場合、これが経済的・社会的誘引力となつて、⁸⁾

第1次産業人口の流出とこれに比例する人口の都市集中は著るしいテンポで進展しつつある。一例として、図2-2-2に示す東京の人口増加をみると、世界の大都市と比較して最も増加率が高いことがわかる。

また、この人口の都市集中の傾向を、たとえば東京・京阪神・名古屋の3大都市圏の昭和30年以降5年

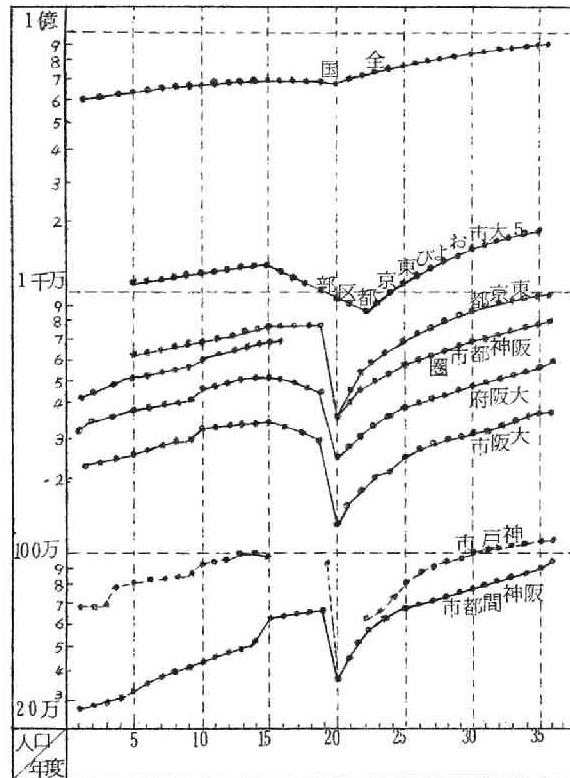
図 2-2-2 世界の大都市人口



参考文献5) p.83 より引用

間の人口推移でみると、これらの都市は付表 2-2-4 のように、全国平均の人口増加率（約 7 %）をはるかに上回って膨脹した。同期間の全国増加人口 414 万人に対して、この 3 大都市圏の増加人口合計は 442 万人であり、また

図 2-2-3 大都市人口の増加傾向



参考文献 12) p.141
より引用

図 2-2-3 に示す各大都市人口の推移によつても都市に対する顕著な人口集中傾向が明らかとなる。

(3) 都市通勤人口の増大

付図 2-2-1 に示す都道府県別の産業別就業人口構成から類推されるように、都市におけるこの増加人口の構成は、そのほとんどすべてが第 2 次・3 次産業就業者であつて、一般に住居地と就業地を異にする比率が高い⁹⁾ので、都市人口の増加はただちに通勤輸送需要を急増させる原動力となるといえる。

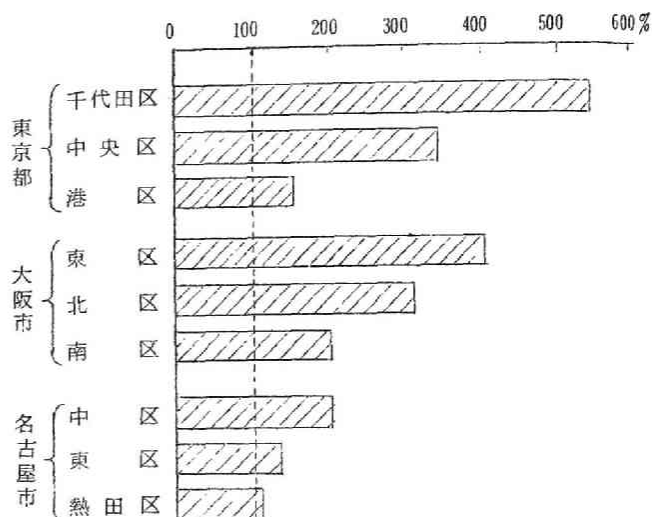
このように、通勤交通需要を発生させる労働力の需要地域としては、のちに第 3 章 § 2 にのべるように、都心地域に対する集中度がはなはだ高い¹⁰⁾

ので、大都市の都心各区の昼間人口は、それぞれの夜間人口に対して、たとえば図2-2-4に示すようにはなはだ大きい比率を示している。この昼夜間人口の落差が原因となつて、

限られた通勤時間帯に、都心地域に向つて付表2-2-5に示す大きな人口の流入が行なわれる。

同時に、国民教育水準の向上は所得の上昇とあいまつて、付表2-2-6に示すように、大学・高校生数、したがつて通学者数を第2・3次産業就業者数の増加とほぼ同じ比率で増加させている。

図 2-2-4 3大都市の都心昼間人口の夜間人口に対する比率



(4) 住居地域の遠隔化 注 (夜間人口=100)(35年10月1日現在) 参考文献11)より作成

さらに、都市における労働力供給地域としての近郊夜間人口の地域的構成の変化をみると、たとえば、東京について付表2-2-7に示すように、一般に夜間人口の増加傾向が顕著な地域は周辺地域に拡がり、都心に近いほど増加傾向が停滞して、都心においては、付表2-2-8に示すアメリカ諸都市の例のように、逆に減少傾向さえ認められる。これは都心部の住宅用地がより経済性の高い事業所用地に変化して、周辺部は都心部からの転出と新たな社会的流入人口をも吸収していることに起因している。⁹⁾

こうして、夜間人口分布の遠隔化により、通勤・通学交通需要(以下単に通勤交通需要という)の増加傾向に拍車をかけている。

(5) 都市通勤交通需要の増大

ここにのべた通勤交通需要を、たとえば国電の定期券による旅客輸送量によつてとらえ、昭和30年以降の東京都、大阪府下の人口増加率と対比すると表2-2-2となる。

この表から、東京都・大阪府の人口増加は全国平均をはるかに上回り、国

表 2-2-2 東京都・大阪府の人口および国電輸送量の推移

| | 全 国 | | 東 京 都 | | | | 大 阪 府 | | | |
|-------|--------|-----|--------|-----|---------------|---------------------|-------|-----|---------------|---------------------|
| | 人 口 | 指数 | 人 口 | 指数 | 国電輸送人員 指 数 | うち定期 輸送人員 指 数 | 人 口 | 指数 | 国電輸送人員 指 数 | うち定期 輸送人員 指 数 |
| 昭和 30 | 89,276 | 100 | 8,037 | 100 | 100 | 100 | 4,618 | 100 | 100 | 100 |
| 35 | 93,419 | 105 | 9,684 | 120 | 131 | 144 | 5,505 | 119 | 142 | 146 |
| 36 | 94,280 | 106 | 9,936 | 124 | 138 | 159 | 5,733 | 124 | 154 | 163 |
| 37 | 95,180 | 107 | 10,177 | 127 | 146 | 170 | 5,984 | 130 | 160 | 168 |
| 38 | 96,160 | 108 | 10,428 | 130 | 159 | 187 | 6,230 | 135 | 172 | 181 |

参考文献 1) p.191 より要約

電輸送人員の増加はこの人口の増加傾向をさらに上回っていることがわかる。しかもそのうちでも、ほとんど大部分が通勤・通学者と考えられる 定期旅客輸送人員の伸び率は、国電輸送人員よりさらに著るしいことがわかる。

以上のべたように、都市における通勤交通需要を、国土・地域の社会・経済構造の変化の面から都市に関する外生的要因として考察することにより、今後においてはなおいつそう著るしい都市への人口集中と、さらにそれを上回る通勤交通需要の増加傾向が続くであろうことを指摘することができる。

§ 3 通勤交通の時間分布と方向性

都市における通勤事象には、すでにのべたように、主として都心に集積する事業所に対して近郊住居地域から就業者を流入させ、都市経済活動の起動力を与えるという意義がある。この場合、都心地域に集積する事業所群は、のちに第 3 章 § 2 にのべるように、これら相互の関連によつてはじめて事業活動が可能である。

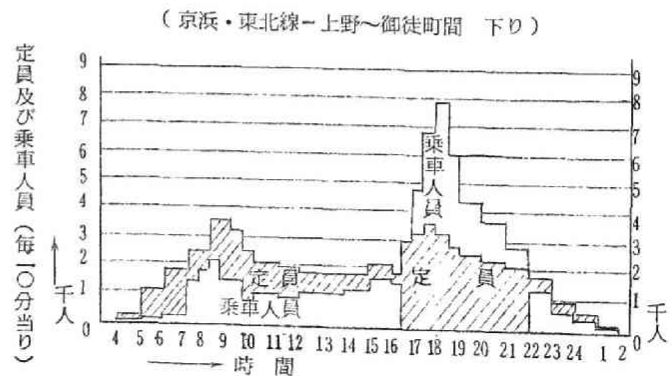
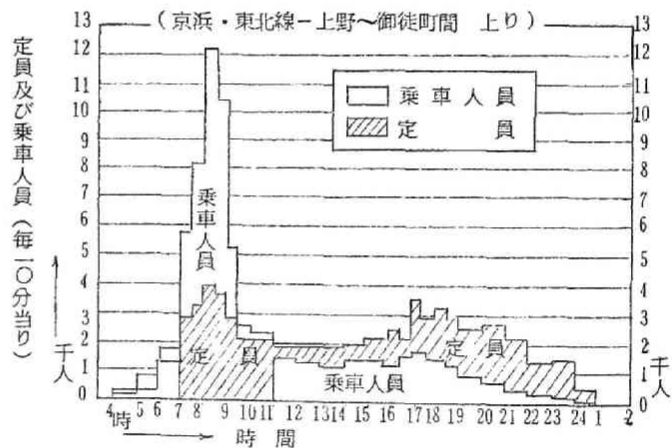
したがって、始業時刻はたとえば表 2-3-1 に示すようにほとんど 8 時～9 時の時間帯に一致し、前節 § 2 にのべた都心に対する大量の昼間人口の流入は、限られた短時間に集中する一方向性の輸送需要となるという本質的性格がある。

これを具体的に示すため、まず東京における通勤事象の典型的な路線とし

て京浜・東北線を取りあげ、30分ごとの通過人数を図示したのが図2-3-1である。このように、朝の通勤ラッシュ時には輸送力の3倍を超えるピークを示すが、他の時間帯においては、線路施設、車両にかなりの余裕があることがわかる。また、夕方にも逆方向のピークがあるが、これは朝より時間的分布も大きく、最大交通量も小さいから、通勤輸送施設の容量は朝のピークに対応できることが必要かつ十分条件であるといえる。¹⁵⁾

図 2-3-1

国鉄京浜・東北線
における輸送量と
輸送力の時間的推移



参考文献 14) p. 66 より引用

表 2-3-1

東京における始業時刻別人員比率

始業時間別人員

| 時間別 | 会社 | 学校 |
|------------|-------|-----|
| 7.30～8.00 | 24% | 4% |
| 8.01～8.30 | 16 | 32 |
| 8.31～9.00 | 45 | 61 |
| 9.01～9.30 | 4 | 3 |
| 9.31～10.00 | 11 | - |
| 7.00～10.00 | 計 100 | 100 |

参考文献 13) p.57 より引用

したがって、ほとんどすべての都市交通施設の計画に際しては、この最混雑時1時間の交通量が問題となる。¹⁶⁾ いまその終日交通量に対する比率を、東京における各鉄道路線についてみると付表2-3-1となり、昭和30年現在において、国鉄・地下鉄・都電とも、都心に向う方向ではピーク1時間に終日交通量の約20～25%が集中していることがわかる。

また、この朝夕の混雑時の輸送量集中度の経年変化を東京の地下鉄銀座線についてみると、付表2-3-2に示すように、昭和24年以降において集中度はなお一層高くなりつつある。

ここに、わが国の諸都市の例によつて示した交通量の時間別波動と通勤交通の短時間集中は、当然、世界の諸都市に共通の現象である。たとえば、ニューヨークの鉄道近郊輸送の時間別波動を付図2-3-1(1)に示すように、朝の最混雑時1時間の輸送量は、1940年から1959年に至る間に著るしくその集中度を高めたことがわかる。同様に、付図2-3-1(2)はフィラデルフィアにおける鉄道近郊輸送用車両の時間別利用状況を示す。

また、付図2-3-2は、ニューヨーク・ロンドン・ハノーヴァーの時間別波動を曜日別に示したものであり、それぞれの都市の通勤輸送に占める都市鉄道の比重によつて、最混雑1時間の集中度にはかなりの差があるが、ほぼ共通の周期性をもっていることがわかる。

付図2-3-1および2において、土曜・日曜の旅客数がはなはだ小さいことは、通勤のための輸送が交通施設（とくに高速鉄道施設）の輸送力に支配的な影響をもっていることを顕著に示している。

つぎに、路線の延長方向に各区間別通過交通量の時間的な波動を分析するため、東京における通勤発生交通量の時間波動の、数式模型による定式化を行なつた研究¹⁸⁾についてのべる。

これは、時間分布について、その原因に深く立ち入るのではなく、現象的に表われるいろいろの規則性に着目してそれを模型化し、その上に立つて、諸種の環境条件のもとに、通勤時間分布がどのような形態で行なわれるかを実験的に研究したものである。

まず、国鉄中央線の東京近郊の5つの駅について、時間経過と1分当たりの通勤定期券による乗車人数との関係を図示したのが図2-3-2である。こ

2-10

の図から、都市近郊駅から乗車する通勤者数は、早朝から徐々に増加し、ある時刻になるとその増加が急激になるが、ピークをすぎるとまた急に減少するものと考えることができる。

表 2-3-2 正規分布の標準偏差

| 駅 名 | ピーク時刻 | 1 σ の時 分 | 東京までの到達時 分 | ピーク時刻+到達時 分 | ラッシュアワー時 間 帯 |
|-------|--------|-----------------|------------|-------------|-----------------|
| 豊 田 | 7時30分 | 34分 | 64分20秒 | 8時34分20秒 | 6時56分～8時04分 |
| 武蔵小金井 | 7 41 | 36 | 46 . 50 | 8 . 27 . 50 | 7 . 05 ～ 8 . 37 |
| 荻 窪 | 8 . 00 | 35 | 32 . 40 | 8 . 32 . 40 | 7 . 25 ～ 8 . 35 |
| 阿佐ヶ谷 | 8 . 00 | 37 | 30 . 10 | 8 . 30 . 10 | 7 . 23 ～ 8 . 37 |
| 中 野 | 8 . 12 | 36 | 22 . 30 | 8 . 34 . 30 | 7 . 36 ～ 8 . 48 |

各駅からの通勤者のこの乗車時間分布を仮に正規分布にあてはめ、図2-3-2の実測値にもとづいて分布の標準偏差 σ を求めると表2-3-2となる。この表から、いずれの駅についても共通に $\sigma \div 35$ 分を得る。かつ任意の駅 i から東京駅までの表定運転時分を T_i とすると、毎分の乗車客数が最大となる時刻 T_M は次式で与えられると考えることができる。

$$T_M = T_A - T_i \quad (2-3-1)$$

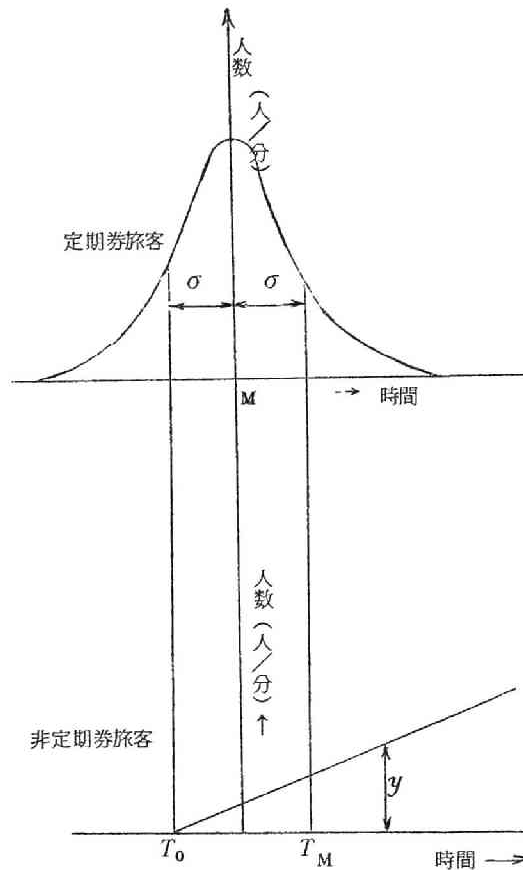
ここに T_A は8時30分(ただし38年12月～39年3月
では8時50分)

この式(2-3-1)は都心に向つて進む各区间通過人数の波動はすべての駅の乗車時間分布のピークが集中して合成されることを意味している。

以上は定期券による通勤客の乗車時間分布であるが、それ以外の旅客についてみると、図2-3-3のように時間とともに直線的に増加して全く異なった時間分布となり、これとの比較によつて、通勤輸送需要の時間的特性を顕著にうかがい知ることができる。

なお、 $T_M - 2\sigma$ から $T_M + 2\sigma$ に至る時間帯の定期券以外による総乗車人数は、駅により多少の差はあるが、定期券による乗車数の約5%にすぎな

図 2-3-3 1分あたり旅客数の時間分布のモデル



いことが知られている。このことから、中央線に関しては、ピーク時の乗車客はほとんどすべて通勤客とみなすことができるといえる。

以上を要するに、都市交通施設の計画に際しては、まず通勤交通の一方向性と短時間の集中性を考慮し、最混雑時間帯の交通需要に対応することが必要かつ十分条件である。したがって、都市交通施設の適正な改良計画¹⁹⁾のためには、ここにのべた最大交通量に着目し、これを正しく予測することがまず前提となる。

§ 4 都市通勤における交通手段

都市における旅客交通手段には、一般に、高速鉄道・路面電車・バス・ト

ロリーバス・自家用乗用車・タクシー・2輪車・徒歩などのさまざまな交通手段があり、あるいはこれらが複合されて利用される。

本節においては、まずこれらの各交通手段の特性と、通勤を目的とする場合の選択条件との関係²⁰⁾ についてのべ、つぎに大都市におけるそれぞれの利用者数の実態とその今後の推移について考察する。

〔1〕 交通手段の特性と選択条件

ここに挙げた各交通手段には、量的・質的にそれぞれの利害得失があり、ここでは各交通手段の有する特性と都市通勤交通に占める地位との関係について考察する。²²⁾

表 2-4-1 各交通機関の主なる特色

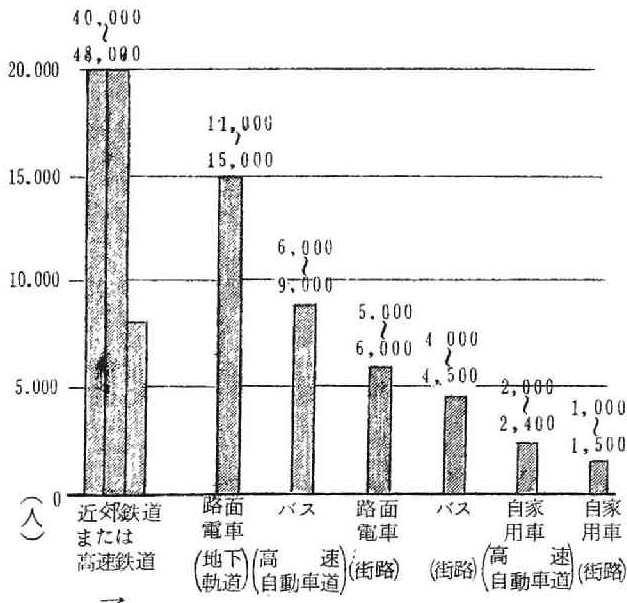
| 種 別 | 容 量 ¹⁾ (D) | 速度 ²⁾ (V) | 輸 送 力 = D × V | 土 地 ³⁾ 効 率 | 安全度 ⁴⁾ | 総原価 ⁵⁾ |
|---------------|----------------------------|---------------------------|------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| 歩 行 者 | 12,000 | 4 | 48,000 | 0.30 | — | 極 小 |
| 自 転 車 | 4,000 | 12 | 48,000 | 1.00 | 1.7 | 極 小 |
| 自 動 市 内 道 路 | 650 | 18 | 12,000 | 1.00 | 0.5 | 3.25 |
| 自転車 { 専用自動車道 | 1,800 | 36 | 64,000 | 1.00 | 2 | 20.60 |
| 乗用車 { 市 内 道 路 | 620 | 18 | 11,000 | 2.50 | 2 | 13.00 |
| 乗用車 { 専用自動車道 | 1,700 | 36 | 60,000 | 2.50 | 8 | 46.50 |
| バ ス { 市 内 | 10,800 | 12 | 130,000 | 0.40 | 8 | 7.00 |
| バ ス { 郊 外 | 12,600 | 22 | 280,000 | 0.40 | 32 | 7.45 |
| ト ロ リ ー バ ス | 12,600 | 12 | 150,000 | 0.40 | 8 | 7.00 |
| 路 面 電 車 | 18,000 | 12 | 215,000 | 0.40 | 8 | 7.00 |
| 市内高 市 内 | 24,000 | 25 | 600,000 | (0.30) | 100 | 4.85 |
| 速鉄道 { 郊 外 線 | 50,000 | 36 | 1,800,000 | (0.30) | 100 | 4.10 |

- 注) 1) 混雑時1時間に巾約3 mの通路によつて輸送する旅客数(人)
 2) 混雑時における表定速度(km/h)
 3) 停止時の旅客1人あたり所要面積(m²)
 4) 1950年の死亡事故数の逆数(バリ地下鉄の実績値を100とする)
 5) 工事負担金を含む1人キロあたり総原価(フラン)

参考文献 13) p.62より引用

まず、M. Langevin は交通手段の特性として表2-4-1を挙げている。ここに示す輸送力・土地効率・総原価などの諸条件のうち、通勤交通手段として最も重要なことは、前節§3にのべたように、大量の交通量を短時間に都心に流入させるための輸送力である。角本良平氏はこの面からニューヨーク・ロサンゼルス・シカゴにおける各交通施設の実績値から図2-4-1を示している。

図 2-4-1 交通機関 1 車線あたり輸送能力



参考文献 17) p.95 より引用

表 2-4-2 交通目的別の選択条件の比重

| 交通目的 \ 質的条件 | 早さ | 低廉性 | 快適性 | 機動性 |
|-------------|----|-----|-----|-----|
| 通勤・通学 | ◎ | ○ | ○ | |
| 社用・商用 | ◎ | | | ○ |
| 買物・訪問 | | | ◎ | ○ |
| 行楽・保養 | | | ◎ | ○ |

注) ◎: 最も比重大と考えられる要因

○: つぎに比重大と考えられる要因

つぎに、各交通手段の質的条件についてみると、個々の通勤者は自らが最も有利と判断する交通手段を適宜選択して利用する。いま、都市内におけるさまざまな旅客交通流について、利用者が交通手段を選択する質的条件の比重を交通目的別に類推すると、所得水準や個人差による相違もあるが、一般には表2-4-2のようになると考えられる。

この表は、たとえば通勤・通学のためには、交通

手段の表定速度の大きさが選択に際して最も重要な要素であり、つぎに運賃・料金の低廉さと快適性をほぼ同程度の比重として、利用交通手段が選ばれる場合が多いと想定されることを表わしている。

通勤に関するこの選択条件

の比重については、のちに第7章でそれぞれの要因の計量化の方法を提案することとし、ここでは各交通手段による輸送の質的な比較についてのべる。

まず第1に、早さについては表2-4-1のほか、表2-4-3に示すように、高速鉄道が著しく有利である。しかも、路面電車・バス・乗用車は、道路上の交通渋滞が激しくなるにつれて速度がさらに低下する傾向がある。たとえば、東京では昭和

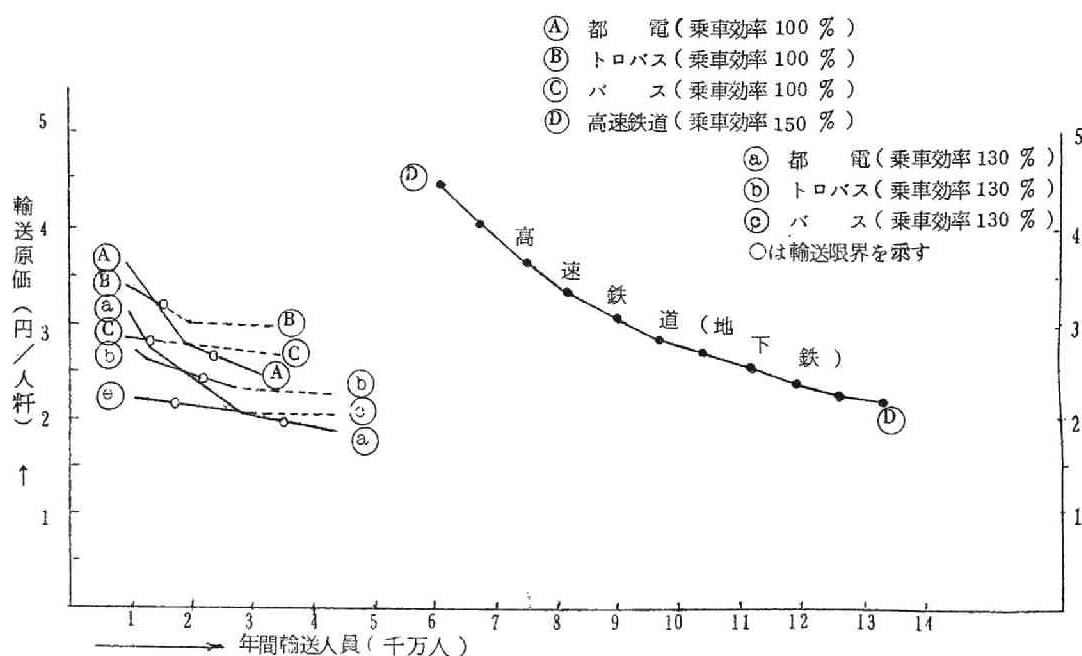
表 2-4-3 東京都の交通機関別平均時速

| 機 関 別 | 平 均 時 速 |
|-----------|----------|
| 都 電 | 12.87 km |
| 都 バ ス | 14.80 |
| 高速鉄道(地下鉄) | 29.00 |
| 高速鉄道(国 鉄) | 38.20 |

注) 国鉄は中央線緩行・地下鉄は営団銀座線

29年度の平均時速が、バス16.53km、都電14.06kmであつたのに対し、37年度はそれぞれ14.80km(10.5%低下)、および12.87km(8.5%低下)となり、同様に大阪では、昭和37年度を30年度にくらべると、市電11%、バス15%の速度低下となつている。²³⁾ 乗用車についても同様に、

図 2-4-2 各交通機関の経費比較(昭31年度)



今後も平均速度の低下が避けられないと考えられる。

第2に、各交通手段別の旅客輸送のための経費²⁴⁾について、角本良平氏は1人キロあたりの輸送原価（昭31年価格）を図2-4-2のように試算している。²⁵⁾

この図において、高速鉄道は地下鉄路線の新設費の金利負担を含むため、年間輸送量が少ない場合には輸送原価は著るしく高くなる。輸送量が少ない場合はバスが最も安い、これは道路などの固定施設費に関する負担を全く含まないためであり、また高速鉄道以外のすべての路面交通機関には、道路容量に制約される輸送力の限界²⁶⁾があるという重大な共通の問題点がある。

すなわち、図2-4-2において、混雑時1時間にたとえば1分間隔に運行すると仮定した場合の輸送力の限界を○印によつて示した。これによれば、バスは年間1,500万人前後、トロリーバスは2,000万人前後で輸送力の限界に達することとなるが、バス、トロリーバスの実績値によれば、道路交通の渋滞により今後においても1,000万人に達することは起りえないともいわれている。²⁵⁾

したがって、通勤交通のような大量輸送では、路面交通機関にはまず容量の限界がある²⁷⁾ことと、つぎに輸送量が多くなると多額の固定施設費を含めても高速鉄道による1人当たりの輸送原価が他の交通機関のそれとほぼ同等となることが指摘される。

第3に、快適性・機動性については、ここにのべた速度・運賃などのような具体的な比較のための測度がない。しかし、たとえば乗車駅までの徒歩に伴う疲労や、乗換え1回当たりの精神的・肉体的負担、車中の混雑の苦痛などについて考えると、まず乗用車の快適性・機動性からみた優位さは明らかである。そのほか、高速鉄道の駅間距離が長いことは、そのまま平均速度が大きい原因であるが、反面補助的交通手段としてバスや路面電車への乗換えを必要とし、機動性に欠ける欠点があることなどが考えられる。

第4に、以上にのべた3つの条件のように、利用者の直接の選択条件とはならないが、交通施設の土地利用効率（space factor）の比較がある。この課題は、今後における都市交通手段の比較に関して最も重要な条件となることが予想される。

すなわち、一般に大都市では、とくに都心に近づくにつれて、交通施設の輸送力を増強するために必要な土地の入手に著しい経済的困難と社会的抵抗を伴ない、都市公共施設の整備の可能性のすべては土地の入手にかかっているともしえる。したがって、大量の通勤者を都心の目的地まで輸送することが通勤のための交通機関の目的であり使命である限り、今後における交通需要の増加に対応するためには、土地利用効率の最も大きい交通施設の増強が不可欠な前提条件になると考えられる。図 2-4-1 はいずれも 1 車線あたりの比較であるが、道路・鉄道の 1 車線の巾には大差がないから、この値がほぼそのまま各交通機関の土地利用効率と考えられる。

以上にのべたように、各交通施設のさまざまな量的・質的な諸条件と表 2-4-2 をあわせ考えると、各交通機関の長所短所があきらかになる。大都市の通勤輸送に関する限りでは、一般に高速鉄道の優位性を指摘することができ²⁴⁾かつ、この傾向は今後ますます高まるものと考えられる。²⁸⁾なぜならば、他の路面交通機関は道路容量の不足による渋滞の程度がはなはだしく、²⁹⁾これに対して、街路とくに都心街路の容量増加のための用地取得は極端な困難が予想されるからである。

これを現在の実態でみれば、³⁰⁾大都市近郊からバスによつて都心に直通する通勤者は、表 2-4-4 のように極めて少なく、したがって、通勤輸送におけるバスの役割は、高速鉄道網の疎らな近郊地区から最寄りの鉄道駅までの培養的な補助交通機関としてであり、³¹⁾たとえば、東京においては全通勤者の約 25 % (昭和 39 年現在) が高速鉄道に乗車するため、その最寄駅までの補助機関としてバスを利用している。³²⁾このほか、乗用車による通勤には大量の駐車需要を伴うため、³³⁾その用地確保も大きな課題となる

表 2-4-4 大阪市に流入する全通勤者に対するバス通勤者の割合

| | |
|---------------------|-----------|
| 守 口 市 | 9.6 % |
| 布 施 市 | 5.9 |
| 八 尾 市 | 4.2 |
| 三 島 郡 | 3.1 |
| 豊 中 市 | 2.7 |
| 大 東 市 | 2.6 |
| 吹 田 市 | 1.6 |
| 尼 崎 市 | 1.5 |
| 河 内 市 | 1.3 |
| 松 原 市 | 1.1 |
| 堺 市 | 1.0 |
| その他 { 16 市 3 郡 } | 0.8 ~ 0.1 |

このことは、都心内に直通する8車線・10車線の高速自動車道路網が仮りに建設されたとしても、ラッシュ時の容量不足から郊外駐車（park and ride system）や地下鉄道の建設など、都市高速鉄道への再認識が高まつたアメリカ諸都市の例³⁴⁾によつても推察することができる。

〔2〕 交通機関別輸送量の実態

ここでは、上にのべた各交通機関の量的・質的条件のもとに構成された、各大都市の交通手段別輸送量の実態についてのべる。

まず、大都市内における終日の全交通量について、旅客交通機関の輸送量構成比とその過去の推移を考察する。付表2-4-1は世界の大都市における高速鉄道と路面交通機関の輸送人員の比較である。このうちロンドン・名古屋を除けば、いずれも高速鉄道が60～75%の輸送量を負担しており、また一般にその比率は年とともに増大する。さらに、高速鉄道の交通量は、ロンドン³⁵⁾³⁶⁾以外では、都市人口の増加率を上回り、この傾向はわが国ではことに著しいことがわかる。また、さらに詳しく、各交通機関の比率の推移を、一例として東京についてみると付表2-4-2となり、路面電車が急激に減少し、ほぼそれに相当して高速鉄道の比重が増加している。

つぎに人キロによるわが国の3大都市の輸送量の実績は付表2-4-3となり、高速鉄道の比率は付表2-4-1よりさらに高いことから、平均輸送距離が路面交通機関にくらべて長いことがわかる。

以上は都市内における終日の全交通であるが、これを通勤時間帯（午前7～10時）に限定して、ニューヨークおよびロンドンの輸送機関別の比重をみると付表2-4-4および5となる。すなわち、この時間帯においては、付図2-3-2に示す輸送力の時間分布が原因となつて、高速鉄道の比重はニューヨーク、78.4%、ロンドン、74.1%に増大し、とくにロンドンにおいては、付表2-4-1に示す終日交通量の比重を著しく上回っていることがわかる。

わが国の大都市においても、図2-3-1、付表2-3-1に示す通勤交通の時間分布に起因して、通勤時間帯における高速鉄道の輸送量の比重は、当然、付表2-4-2、3よりさらに高いことが容易に推測される。

このように、通勤輸送が短時間に集中する大量交通であることから、これに対応するための都市交通施設を論ずる場合、終日の全交通量による比重はほとんど意味がなく、交通需要のピーク時間帯について考察する必要がある。これによつてはじめて、通勤という目的のためにそれぞれの都市交通施設が果たす役割を明らかにすることができる。

つぎに別の見方から、通勤のための交通機関の組合せによつて、都市交通手段の利用の選択状況をみると付表2-4-6となり、高速鉄道の利用者数の合計は全通勤者のほぼ66%・バスは30%・路面電車8%・徒歩のみ24%であるということがわかる。

なお、参考として、これを企業規模別にみると、小企業では徒歩の多いことから一般に近距離通勤が多く、また大企業では鉄道が多いことから、社宅その他の居住地が、近郊鉄道駅に近いこと、中小企業では鉄道とバスをともに利用する通勤者が多いから、居住地が鉄道駅からかなり離れていることを表わすものと考えられる。

以上〔1〕および〔2〕においてのべたように、大都市における通勤交通では、各種の交通機関の量的・質的特性からみて、高速鉄道の果たす役割ははなはだ大きく、³⁷⁾³⁸⁾ またその比重は今後なお一層増大してゆく³⁹⁾ものと推定される。

§ 5 結 語

1つの都市内における交通路線網上の分布交通量・配分交通量を推計するための方法論は第3章以下において論述するが、これに先立つて、都市通勤交通需要の形成と交通流動としての通勤交通の特性などに関する基礎的な考察が必要である。

本章においては、まず国土・地域の発展との関連における、個々の都市の経済活動規模の拡大と構造変化を考察し、さらに都市通勤交通の将来傾向について概説した。すなわち、今後において都市への人口集中はなお著るしく、しかも通勤交通需要の増大傾向は、この人口増加率をさらにはるかに上回ると想定すべきことを明らかにした。

また通勤交通は、短時間に集中する一方向性の大量輸送であるという基本

的な性格があり、交通施設の計画に際しては、朝の 8～9 時前後の最大交通需要に対応しうる必要条件であることと、同じ時刻に都心から遠ざかる方向には一般に輸送力に関する検討を必要としないことをのべた。

また、通勤交通の要請する輸送の量的・質的諸条件を、各交通機関の特性と対応させてその利害得失を比較し、まず大量輸送に対応しうることと、輸送速度および土地利用効率において、高速鉄道が格段にすぐれていることを指摘した。

諸外国の大都市における実態からみても、都市交通のうちとくに朝のピーク時に集中する通勤輸送に占める高速鉄道の比重は大きく、今後においてなお増大が予想されることを明らかにした。

参 考 文 献

- 1) 運輸省編：昭 39 年度運輸経済年次報告，昭 39.10，大蔵省印刷局，pp. 1～69.
- 2) 経済審議会編：国民所得倍增計画，昭 35.12，大蔵省印刷局，pp. 1～63.
- 3) 経企庁編：昭 38 年度版国民所得白書，昭 40. 2，大蔵省印刷局
同：昭 39 年度版国民生活白書，昭 40. 5，同上
- 4) 大川一司：国民所得，日本経済の分析，1，1963.11，春秋社．
- 5) 門下健三研究室：東京計画—1960，新建築，Vol.36，No.3，1961. 3，
pp. 79～120.
- 6) 首都計画に関する基礎調査，昭和 37 年度調査報告 No.2，
東京都における第 3 次・管理業務集中の実態とその意義，
昭 38.12，東京市政調査会首都研究所．
- 7) 岩井弘融・加藤一郎・柴田徳衛・八十島義之助責任編集：
都市問題講座，1，経済構造，昭 40. 5，有斐閣．
- 8) 経済企画庁編：国民生活の地域別分析，生活水準の地域差と人口流動，
昭 34. 8，大蔵省印刷局．
- 9) Duncan & Beverly：Factors in Work-Residence Separation, Wage and
Salary Workers, Chicago, 1951.,
American Sociological Review, 21, Feb. 1956. pp. 48～56.

- 10) L.F.Schnore : The Separation of Home and Work, A Problem for
Human Ecology, Social Forces, 32, May 1954, pp. 336 ~ 343.
- 11) 運輸省大臣官房 都市交通課監修 : 都市交通年報, 昭 38 年度版, 昭 40. 3.
- 12) 岩井弘融・加藤一郎・柴田徳衛・八十島義之助責任編集 :
都市問題講座, 4.都市交通, 昭 40. 1, 有斐閣.
- 13) 角本良平 : 都市交通, その現状と対策, 昭 31. 9, 交通協力会出版部.
- 14) 経企庁総合計画局編 : 総合的交通体系, 昭 36. 9, 交通協力会, pp. 64 ~ 67.
- 15) W.L.Slayton : Urban renewal and mass transportation planning,
Trattic Quarterly, '62, pp. 5 ~ 13.
- 16) M.Chisholm : Planning for The Rush Hour, Journal of the
Town planning Inst., 45, '59, pp. 50 ~ 51.
- 17) 角本良平 : 都市交通の基本対策, その将来の方向と米国の経験,
1961.12, 交通協力会, pp. 89 ~ 98.
- 18) 通勤輸送構造の解析に関する調査研究報告書, 1964. 3, 日本科学技術連盟,
pp. 9 ~ 18.
- 19) Die städtische Verkehrsnot und ihre Überwindung,
Bauamt. U.Gemeindebau, 34, '61, SS. 261 ~ 271.
- 20) W.T.Adams : Factors influencing mass-transit and automobile
travel in urban areas, Public Roads, 30, '59, pp. 256 ~ 260.
- 21) F.Pampel : Zur Frage der künftigen Verkehrsmittel für den
öffentlichen Personennahverkehr, Verkehr u. Tech. '59. 5, SS. 3 ~ 33.
- 22) J.W.Korte : Stadtverkehr, Gestern, Heute und Morgen.
1959, Springer-Verlag, III. Die Verkehrswege in den Städten,
SS. 93 ~ 100.
- 23) 前 掲 12) pp. 171 ~ 178.
- 24) L.C.Fitch & Associates : Urban Transportation and Public Policy,
1964, Chandler Publishing Co.
II. Urban Travel Mass Transportation, pp. 25 ~ 57.
- 25) 前 掲 3) pp. 83 ~ 86.

- 26) 道路輸送の限界， 調査資料第 515 号， 昭 38.3. 運輸調査局，
第 4 章交通施設用地の確保， pp. 60 ~ 67. 90 ~ 94.
- 27) Traffic in Towns, A study of the long term problems of traffic in
urban areas, 1963, H.M.S.O. pp. 11 ~ 42.
- 28) W.S.Rainville : Trends in public transit improvement programs ,
Proc. of A.S.C.E. '59. cp.2, pp. 1 ~ 9.
- 29) 東京の自動車交通の実態， 1963. 9, 首都高速道路公団計画部
- 30) 阪神都市圏の高速鉄道網計画に関する報告書， 1965. 3,
阪神都市協議会・大阪市隣接都市協議会， p. 21.
- 31) 前 掲 1) , pp. 61 ~ 69.
- 32) 通勤状況調査報告書， 昭 40. 6, 国鉄東京工事事務局調査課。
- 33) 前 掲 27) , pp. 290 ~ 297.
- 34) 角本良平： 続都市交通， 激増する自動車への対策， 1960.6, 交通協力会出版部。
- 35) 平出三郎： 都市人口と交通量， 1962, 交通協力会出版部。
- 36) ロンドンの都市交通， 昭 37. 7, 日本国有鉄道。
- 37) E.Recker : Die Bedeutung der Eisenbahn für den Nahverkehr der
Gross Städte, Bundesbahn, '62.2, SS. 92 ~ 103.
- 38) H.Spalteholz : Städtebauliche Probleme am Eisenbahnschienenweg,
Deut. Eisenbahntech. '59.1, SS. 10 ~ 12.
- 39) 都市交通の現状と将来， 昭 35. 4, 経企庁総合開発局開発計画課。
- 40) 大都市交通問題資料， 調査資料第 446 号， 昭 37. 3, 運輸調査局。
- 41) 諸外国における大都市交通対策， 調査資料第 495 号， 昭 38. 3. 運輸調査局
- 42) 都市交通対策に関する資料， 同上 第 525 号， 昭 38.12, 同上
- 43) 梶本保邦： 大阪市を中心とする都市交通問題，
最近の交通問題とその対策， 昭 34. 3, 土木学会関西支部， pp. 129 ~ 146.
- 44) 志鎌一之： 諸外国における都市交通難対策， 昭 35.12, 東京都企画室
- 45) 磯村英一： 明日の都市問題， 昭 38.10, ダイヤモンド社。

第3章 労働需要力の形成と変動に関する考察

§ 1 概 説

都市の経済活動は、都市近郊における住宅地域と、都心における事業所地域との間の大規模な昼間人口の移動によつて支えられ、このために通勤交通需要が発生することについては、第2章§2においてすでにのべたとおりである。

この観点から、通勤交通需要の発生源である都市近郊住宅地域の発展と交通施設との関係については第4章にとりあげることとし、本章においては通勤交通需要の吸収地域として、主として都心に集中する業務地域をとりあげる。すなわち、まず都心地域に営まれる経済活動の性格と機能を分析し、これらの事業所が都心に集積する要因とメカニズムについて概観する。そうして、これを前提として、通勤交通における輸送需要の分析を行なうとともに、交通施設の整備条件からみた、都心地域の発展過程に関する計量的な予測のための方法論を提案する。

まず、§2 都心地域の発展とその要因においては、第2・3次産業の中核管理機能が都心に集中するメカニズムとその外部経済的利益¹⁾について考察するとともに、そこに集積する資本と産業活動機能の実態について、主としてわが国の3大都市を例として、現象的な観察を行なう。

§3 都心各地区に対する労働力供給構造においては、都心地域の各ゾーンが近郊地域の各ゾーンに相互依存する労働力需給の構造について考察し、その形成要因のうち、とくに通勤所要時分と労働力の需要・供給の結びつきの関係を分析する。そうして、これにより将来の地域間交通量を推計する1つの方法を提案する。

§4 交通条件による業務地域発展の方向と速度においては、都心地域における就業人口の密度分布の変化をもたらし種々の要因のうち、通勤交通手段による影響を人口重心の移動という形で分析し、これを利用して将来における都心地域発展の方向と速度を推計するための2つの方法論を提案する。

§ 2 都心地域の発展とその要因

通勤交通という定期的流動を発生させるポテンシャルの大きさは、すでにのべたように、都市圏内における昼間・夜間両人口の落差と両者の地理的な位置づけによつて支配される。

したがつて、これを正しく把握するためには、のちに第4章にのべる夜間人口の分布とともに昼間人口の性格と分布の推移について分析し、また、その今後の変化を予測するためには、まず都心における昼間人口の形成のメカニズムを解明する必要がある。

すなわち、昼間における労働力需要地域である都心²⁾について、そこに営まれる就業構造を明らかにしなければならない。

生きて活動する都市の生命活動にもたえられる³⁾通勤事象からみても、このように都心は大都市交通圏の核であり、ぼう大な労働力人口を吸収するための機構そのものである⁴⁾ともいえる。したがつて、都市に関する他のさまざまな課題と同じく、都市交通問題の根源もまたすべて都心にあると言つてよい。

たとえば、大都市の例として東京・大阪の各区の夜間人口に対する昼間人口の指数の推移をみると、表3-2-1のように、都心各区が著るしく大きく、

表 3-2-1 主な労働力需要地区の昼間人口指数

〔 東 京 都 〕

| | 昭15 | 昭22 | 昭27 | 昭35 |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| 区 部 計 | 98 | 103 | 104 | 108 |
| 千 代 田 | 215 | 316 | 316 | 548 |
| 中 央 | 149 | 211 | 267 | 342 |
| 港 | 118 | 143 | 143 | 170 |
| 新 宿 | 94 | 114 | 117 | 114 |
| 文 京 | 97 | 113 | 114 | 118 |
| 台 東 | 96 | 109 | 112 | 125 |

〔 大 阪 市 〕

| | 昭30 | 昭35 |
|-------|-----|-----|
| 市 内 計 | 112 | 116 |
| 北 | 259 | 315 |
| 東 | 324 | 401 |
| 南 | 179 | 206 |
| 西 | 160 | 176 |
| 福 島 | 118 | 128 |
| 浪 速 | 121 | 122 |
| 天 王 寺 | 124 | 146 |

注) 昼間人口指数 = $\frac{\text{昼間人口}}{\text{夜間人口}} \%$

参考文献5)より作成

3-3

しかも非常な勢いで増加していることがわかる。

この通勤交通問題の根源である都心地域の今後の発展傾向とその要因につき、以下順を追って考察する。

(1) 都市の膨脹と都心地域の発展

まず、都市膨脹の理由について考察する。

すでに第2章 § 2 にのべたように、技術革新に支えられた近年の経済成長は、第1次産業から第2次産業へ、第2次産業から第3次産業へと資本と人口の移動を促がし、これが経済的・社会的基盤となつて、産業・人口の都市集中が進み、大都市が膨脹する。とくに、この産業構造の高度化につれて、大都市の有する経済の支配的機能によつて強大化された誘引力が大都市の膨脹傾向に拍車をかける。

このように、都市膨脹の根源は第2・3次産業の中枢管理機能である。これらが都心に集積する実態について調べるため、まず一例として、東京における就業者の大分類による管理的業種別の構成比率を示すと表3-2-2とな

表 3-2-2 東京における管理的ビジネス人口の比重

| | 東 京 都 (A) | | | 全 国 (B) | | | A / B | | |
|--------|-----------|-------|-------|----------|-------|------|----------|--------|--------|
| | 専門的技術的職業 | 管理的職業 | 事務 | 専門的技術的職業 | 管理的職業 | 事務 | 専門的技術的職業 | 管理的職業 | 事務 |
| 昭 25 年 | 7.6% | 4.8% | 18.5% | 4.5% | 1.9% | 8.6% | 11.14% | 17.11% | 14.23% |
| 35 | 7.0 | 5.1 | 18.5 | 4.9 | 2.3 | 10.4 | 14.82 | 22.67 | 18.27 |

参考文献6) p.5より引用

り、全国平均にくらべて、管理的ビジネス人口の比重が著るしく高い。すなわち、昭和 35 年において全就業者の約 30.6% を占めるのに対し、全国平均のそれは 17.6% にすぎない。また別の見方から、東京に本社をもつ東証第1部上場の計 128 社のアンケート結果⁶⁾によれば、その全役員、従業者数 565,025 人の職別勤務構成は表 3-2-3 となり、管理、決裁権限の本社への集中をこれによつて推察することができる。このように、それぞれの企業体の管理中枢である本社群が付表 2-2-2，付表 2-2-3 に示すように東京、大阪などの大都市、しかもその都心に集中し、わが国の経済活動の中枢管理

表 3-2-3 従業員の配置状況

| 会 社 員 | | | 本 社 | 支 社 支 店 営 業 所 | 工 場 |
|-------------|-------------------|--------|--------|---------------------|--------|
| 重 役 | 1,893人(0.3)% | 100.0% | 81.5% | 6.3% | 12.2% |
| 部 ・ 課 長 | 19,062人(3.4) | 100.0 | 35.5 | 18.5 | 45.5 |
| 技 術 系 職 員 | 83,353人(14.8) | 100.0 | 12.0 | 12.4 | 75.5 |
| 事 務 系 職 員 | 109,861人(19.4) | 100.0 | 27.7 | 26.9 | 45.4 |
| 工 員 ・ 作 業 員 | 350,856人(62.1) | 100.0 | 3.2 | 4.7 | 92.1 |
| 計 | 565,025人(100.0) | | (10.6) | (10.6) | (78.8) |

的機能を担当していると考えられ、大都市人口の著るしい増大の根源は、都心におけるこのような管理機能の集積にあるといえることができる。

(2) 都心地域の機能と外部経済

大都市が当面している諸問題を明らかにし、将来のあり方、さらには再開発の方向を考えてゆく上で重要な点は、都心地域に集中・集積する種々の都市機能と、それがもたらす外部経済的利益¹⁾の実態を正しく把握することである。

それぞれの都市のもつ性格によつて多少の相違はあるが、一般に都心は政治、経済(金融・生産・消費・流通その他)文化、情報などのその地域における中枢管理機能を集中的に形成する。そうして、そこに営まれる都市活動を現象的にみるときわめて多面的、総合的であり、大都市の最近における急激な発展は、これらの諸機能の相互の結びつきと、集中的な秩序のもとで、各部門の支配的な影響力がますます大きくなつたことに起因しているといえる。

一例として、前にのべたアンケート調査のうちの計161社について、官庁・金融機関・宣伝関係などに対する接触状況(直接の企業活動そのものための接触をのぞく)の調査結果⁷⁾を付表3-2-1に示す。

参考としてこの関係省庁数の内訳を、主要な接触官庁として回答した会社数で示すと、付表3-2-2のようになり、これによつて経済と政治の密接な

結合の一端を知ることができる。

同時に、ここにのべたように、それぞれの部門の機能中枢がそれぞれ密接な接触のもとに、互に結合し合い、総合化されて活動するために、都心は最も好適な場であるということが上にのべたことから推察される。

また、東京都内における700社を抽出したアンケート調査⁸⁾(昭38.12実施)では、昭和20年以後に事務所を移転した会社に対して現在地を選定した理由を問い、付表3-2-3の結果がえられている。この表から、新たな事務所の位置の選定に際して、取引・交通の便を重視した比率はいずれの場合にも60～70%に達し、相互接触の外部経済的条件が企業活動に重大な影響のあることが推察される。

以上を要するに、ここにのべた資本ないし企業の都心集中は、資本主義的な政治経済体制のもとで、たしかに合理性と必然性をもっていることが推察される。その必然の結果としてこの都心地域の効用は、付図3-2-1に示すように、都市人口の増加とともに都心の地価を指数関数的に急騰させる。このことはまた、この高騰した地価を前提としても、なおかつ都心集積を有利とする外部経済的優位性が存することを意味している。

しかし反面、この集中が一定の限度をこえると、道路面積、通勤交通施設をはじめとするあらゆる都市公共施設の不足から、局地的な高度の集中の外部不経済が漸次増大をはじめめる。そうして、資本主義的体制それ自体にとつてもマイナスになる弊害が現われはじめめる。

現在の大都市の混乱は、多くの人口・企業がすでに過大都市の弊害に苦しみながら、依然として一層の激しさで、これらの機能の都心への集中が進められていることを大きな原因として指摘することができ、都心集積の合わせもつ合理性と非合理性の矛盾の端的な象徴であるといえることができる。

しかし、現実の問題として、現在の大都市の都心地域のもつ諸機能の実態は必ずしも正確に把握されているとはいえない。たとえば、それらの諸機能が、どの機能を主導力とし、どのようなメカニズムで結び合いながら中枢管理機能を形成し、外部経済的要因として作用しているかについての分析は決して十分であるとはいえない。⁹⁾

しかし、以下においては、このような都市社会学的、経済学的な課題の深

い分析にはふれず、これらの諸機能の集積とその集中化が原因となつてもたらされた都心地域の発展を現象的にとらえた2・3の分析について考察する。

(3) 都心集積の実態

たとえば、昭和35年の法人企業の6大都市への集中状況を見ると、付表2-2-2、2-2-3のように、全国会社数414,894社の41.9%は6大都市にあり、資本金額によれば67%、固定資産総額では72%までが6大都市にある。しかも、大企業ほど大都市、とくに東京への集中度が高いことがわかる。

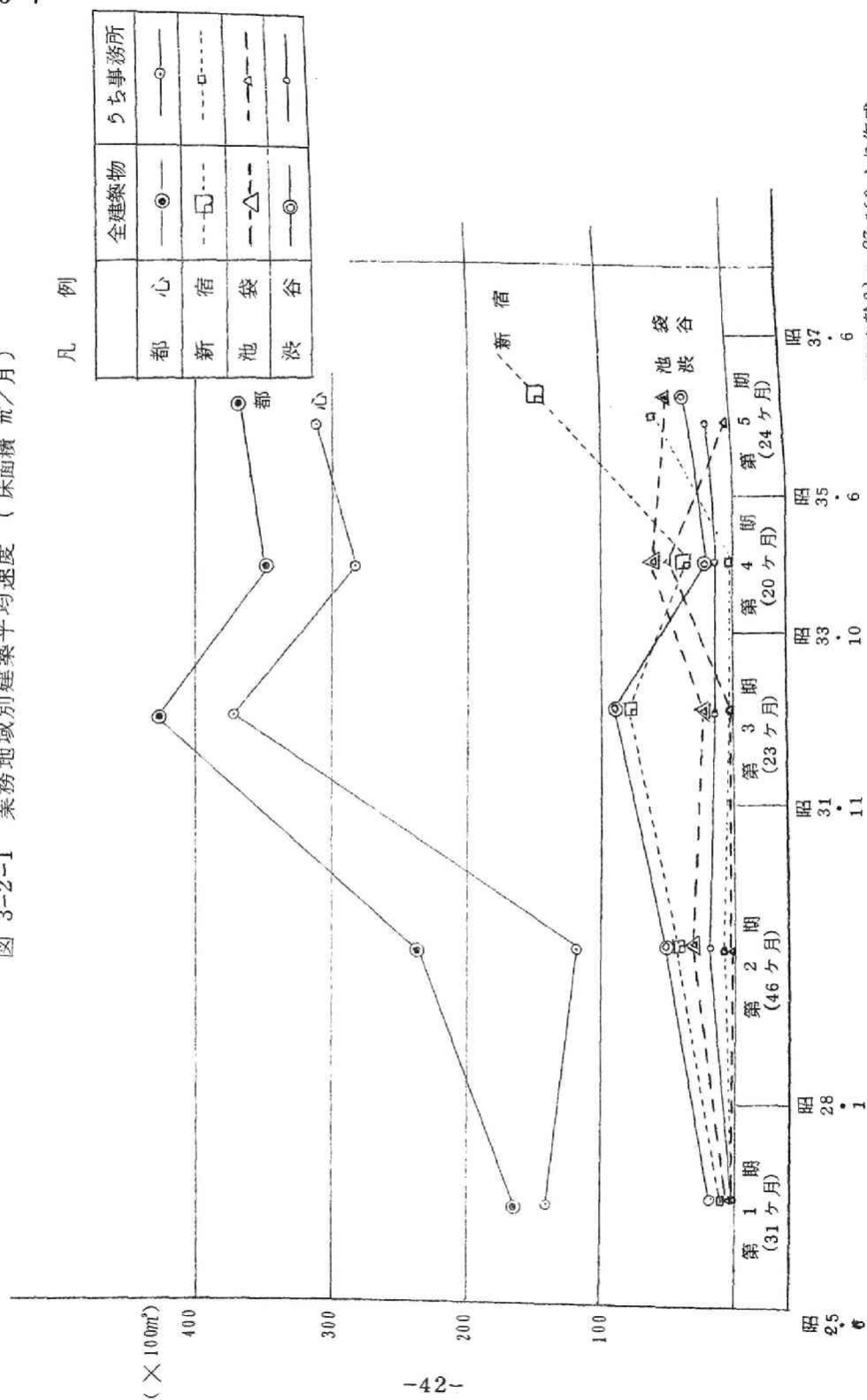
表 3-2-4 業種別本社・支社の分布比率（東京都）

（昭和38年7月現在）

| 業 種 | 本 社 件 数 | | 件 数 比 | | 支 社 件 数 | | 件 数 比 | |
|---------|---------|-----|-------|------|---------|-----|--------|------|
| | 都 心 | 周辺部 | 都 心 | 周辺部 | 都 心 | 周辺部 | 都 心 | 周辺部 |
| 鉱 業 | 16 | 1 | 94.0% | 6.0% | 4 | 0 | 100.0% | 0.0% |
| 建 設 | 24 | 26 | 48.0 | 52.0 | 11 | 1 | 91.0 | 9.0 |
| 食 品 製 造 | 41 | 9 | 82.0 | 18.0 | 21 | 3 | 87.5 | 12.5 |
| 織 維 | 22 | 3 | 88.0 | 12.0 | 32 | 3 | 91.5 | 8.5 |
| 紙・パルプ | 21 | 0 | 100.0 | 0.0 | 9 | 0 | 100.0 | 0.0 |
| 化 学 | 115 | 24 | 82.8 | 17.2 | 63 | 4 | 94.0 | 6.0 |
| 金 属 | 58 | 21 | 73.4 | 26.6 | 46 | 5 | 90.0 | 10.0 |
| 機 械 | 76 | 119 | 39.0 | 61.0 | 100 | 5 | 95.5 | 4.5 |
| 卸 小 売 | 38 | 9 | 80.8 | 19.2 | 25 | 0 | 100.0 | 0.0 |
| 金 融 保 険 | 42 | 3 | 93.3 | 6.7 | 19 | 0 | 100.0 | 0.0 |
| 運 輸 通 信 | 36 | 14 | 72.0 | 28.0 | 22 | 1 | 96.0 | 4.0 |
| 娯楽サービス | 20 | 7 | 74.0 | 26.0 | 7 | 2 | 78.0 | 22.0 |

参考資料10) pp.202～203より要約

このような会社の大都市集中が、大都市内のとくに都心地域に限られていることを東京の例でみると表3-2-4となる。また別に、東京に本社をおく計397社について、昭和38年末現在の各区別の構成比を見ると付表3-2-4のように、面積においては23区の7.06%にすぎない都心3区に限定さ

図 3-2-1 業務地域別建築平均速度 (床面積 m^2 /月)

れた異常なまでの集中が明らかになる。しかも、大企業ほどその傾向は強いが、仮りに社数のみでみても、この3区の合計が第2部上場会社で59.0%、第1部では83.9%に達している。

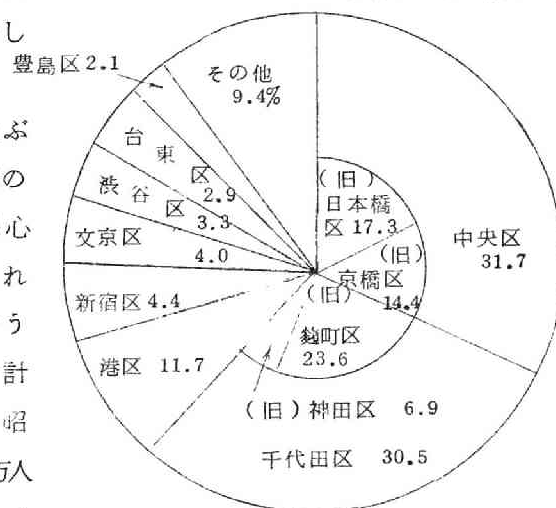
また別の見方から、この都心集積の推移を明らかにするため、昭和25年6月から37年6月までの12年間における大規模な建築物（床面積600 m^2 以上または4階建以上）の、主都心および3つの副都心地域への集積の過程について考察する。¹¹⁾

この期間における東京都内の総建築件数は、付表3-2-5に示すように計9,362件であり、そのうち、件数で32.5%を占める事務所としての建築物のみについて、建築床面積の1カ月当たり増加速度(m^2 /月)を図3-2-1に示す。この図から、副都心でも近年ようやく大規模な建築物が建ちはじめたが、都心地域の高密度な集中傾向にははるかに及ばないことがわかる。

その結果、東京における高層事務所建築物の分布は図3-2-2となり、いわゆる都心3区だけで実に73.9%の建築床面積が集中していることがわかる。

その結果、半径50kmにも及ぶ広大な東京通勤圏からの通勤者の大半は、その目的地を唯一の都心に求める傾向はますます強められているといわねばならない。そうして、都心3区への流入人口合計は、表3-2-5に示すように、昭和35年度において計118.2万人にも達している。しかも、都心4

図3-2-2 東京における高層オフィスの分布状況（延面積）
（昭和37年・数字は%）



参考文献10)p.204より引用

駅では朝の7～10時の3時間に終日降車客の約51%が降車し、神田、東京駅のごときは60%以上が同時間内に集中している。¹²⁾

このように交通量の地域的、時間的偏倚が著るしくなつたことは、東京における事業所と住居の地域分化が一層はげしく進行したことを意味し、そのう

表 3-2-5 東京都心3区昼間流入人口推移

(単位千人)

| | 1940年 | 1947年 | 1955年 | 1960年 |
|------|---------|---------|---------|---------|
| 千代田区 | 217,691 | 190,960 | 381,236 | 538.5 |
| 中央区 | 128,068 | 159,626 | 288,209 | 407.2 |
| 港区 | 102,415 | 95,855 | 148,878 | 236.4 |
| 計 | 448,174 | 446,441 | 818,323 | 1,182.1 |

参考文献5)より作成

ちでもとくに都心の業務地としての純粹化・高密度化が進んだことを物語っているといえる。

(4) 都心集積に関する課題

前項においては、都心地域に対する集中の実態とその発展の推移を、企業体の数、建築床面積、昼間流入人口などを測度とする現象的な面から観察した結果をのべた。

しかし、現在の大都市の都心地域がもっている諸機能の実態は、必ずしも正確に把握されているとはいえない。たとえば、都心に集積する政治・経済・情報などの中枢的な諸機能が、どの機能を主導力とし、どのようなメカニズムで結び合いながら中枢管理機能を形成し、外部経済的要因として作用しているかについての分析は十分ではない。すなわち、従来とかくこの面の調査研究が閑却され、フィジカル (Physical) な面での構造改革とその計画化が先行しがちである。これを改めるためには、今後、都市経済学、都市社会学、都市地理学などのあらゆる分野を含めた総合的な研究が必要である⁹⁾が、本研究では労働力供給地域と需要地域を結ぶ交通手段に着目して、この面から都心を取りあげ、次節 § 3 において、都心地域内の各ゾーンと近郊地域との相互間の労働力の需給の機構について考察し、将来の都心地域に対する労働力の地域間依存度の変化を予測するための方法論を展開する。また § 4 においては、交通手段の整備条件からみた都心地域発展の方向と速度の予測に関する方法論を提案する。

§ 3 都心各地区に対する労働力供給構造

前節において、企業とくにその中枢機能が都心地域に集積する利害得失についてのべ、さらに、都心地域における都市経済活動の集積が都市の構造変化に及ぼす影響についてのべた。本節においては、都心地域の内部のそれぞれのゾーンに着目し、その将来の発展傾向予測のための基礎的な分析を行なう。

一般に、都心事業所地域内の地区別発展傾向予測のためのゾーニングに際しては、たとえばつぎの諸条件を勘案する必要がある。

地理的条件：平面的な位置と行政区画など

経済的条件：業種種別と事業所規模の分布など

社会的条件：就業人口密度分布や交通手段の整備条件など

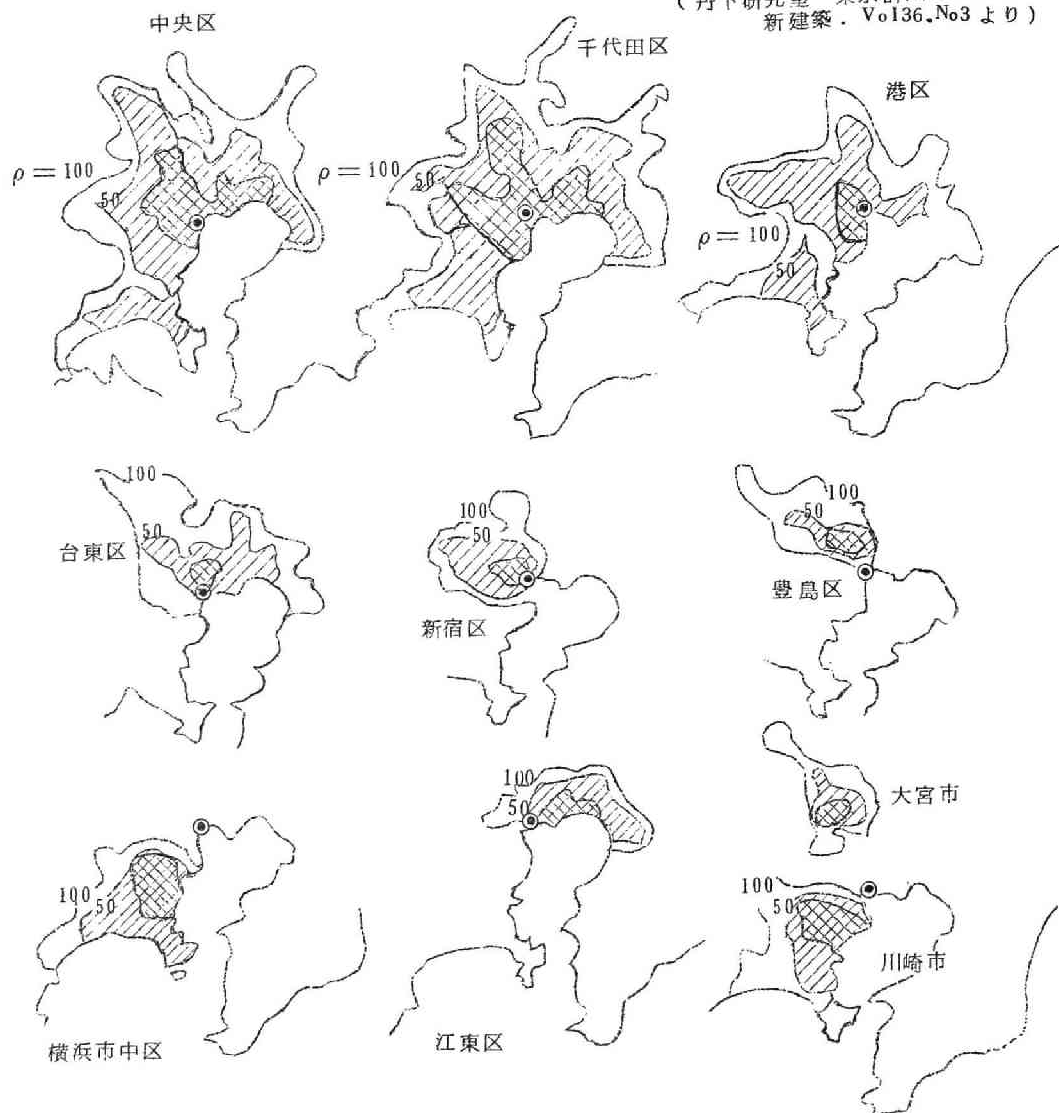
これらを考慮して、区分されたそれぞれのゾーンにつき、就業人口の需要に対する供給構造を分析し、都心地域の各ゾーンがそれぞれの近郊住居地域に依存している比重の比較について考察する。

この課題を目的とする従来の1つの例として、丹下健三研究室により東京通勤圏の通勤構造の分析が行なわれている。¹³⁾すなわち、各住居地域から圏内の計10の労働力需要地区(区・市単位)に対する通勤発生率の逆数 ρ を指標として、図3-3-1のように労働力の地区間需給関係を示している。

この図から、いわゆる都心3区については、労働力供給地域が各近郊地域に均等に、広く拡がっているのに対して、その他の需要地区については局部的であることがわかる。

この方法は、都心に対する労働力の流入構造の定性的な分析であるといえる。しかし、第1章§2にのべたように、本研究の立場からすれば、労働力の需要・供給に関する地区間のこの相互依存関係から都心地域に対する将来の流入交通量を予測し、これを交通路線施設の計画に応用することが必要である。このため、任意の都市における現在の労働力の需要・供給構造にもとづく計量的な分析の1つの方法を以下に提案する。¹⁴⁾

まず、労働力人口の需要地域を、ここにのべた諸条件によつて、 $1'$ 、 $2'$ 、……、 n' 、……、 N' の各ゾーンに分割する。同様に、都市近郊の労働力人口

図 3-3-1 労働力需要地区に対する ρ 分布(丹下研究室「東京計画-1960」
新建築・Vol.136.No.3より)

の供給地域を、行政区画、交通路線勢力圏、需要地域からの距離などの地理的条件によつて、 $1, 2, \dots, m, \dots, M$ の各ゾーンに区分して、通勤交通流のOD表を作成する。

いま ${}^mX^{n'}$: 労働力供給ゾーン m から需要ゾーン n' に流入する昼間移動人口

${}^mX^*$: 労働力供給ゾーン m から流出する昼間移動人口合計

$${}^mX^* = \sum_{n'=1}^{N'} {}^mX^{n'}$$

$\cdot X^{n'}$: 労働力需要ゾーン n' に流入する昼間移動人口合計

$$\cdot X^{n'} = \sum_{m=1}^M {}^mX^{n'}$$

$\cdot X^*$: この交通圏内の昼間総移動人口

$$\cdot X^* = \sum_{m=1}^M {}^mX^* = \sum_{n'=1}^{N'} \cdot X^{n'} = \sum_m \sum_{n'} {}^mX^{n'}$$

とすれば、都市における通勤OD表は表3-3-1のように表わされる。

表 3-3-1 通勤OD表

| O \ D | 1' | 2' | ..... | n' | ..... | N' | 計 |
|-------|----------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------------|
| 1 | $1X^{1'}$ | $1X^{2'}$ | ..... | $1X^{n'}$ | ..... | $1X^{N'}$ | $1X^*$ |
| 2 | $2X^{1'}$ | $2X^{2'}$ | ..... | $2X^{n'}$ | ..... | $2X^{N'}$ | $2X^*$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ | ⋮ |
| m | $mX^{1'}$ | $mX^{2'}$ | ..... | $mX^{n'}$ | ..... | $mX^{N'}$ | mX^* |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ | ⋮ |
| M | $MX^{1'}$ | $MX^{2'}$ | ..... | $MX^{n'}$ | ..... | $MX^{N'}$ | MX^* |
| 計 | $\cdot X^{1'}$ | $\cdot X^{2'}$ | ..... | $\cdot X^{n'}$ | ..... | $\cdot X^{N'}$ | $\cdot X^*$ |

つぎに、各需要地区に対する供給地区の構成比は、次式の ${}^ma^{n'}$ を m, n' 要素とするOD表によつて示すことができる。

$${}^ma^{n'} = \frac{{}^mX^{n'}}{\cdot X^{n'}}$$

また次式に示す ${}^ma^*$ は、この交通圏の昼間総移動人口について、供給地区の構成比を示す。

$${}^m a^{\cdot} = \frac{{}^m X^{\cdot}}{\cdot X^{\cdot}}$$

さらに、供給地区 m と需要地区 n' との間の相互依存度の大きさを表わす指数 ${}^m p^{n'}$ はつぎのようにして求められる。

$$\begin{aligned} {}^m p^{n'} &= \frac{{}^m a^{n'}}{{}^m a^{\cdot}} \\ &= \frac{{}^m X^{n'}}{\cdot X^{n'}} \bigg/ \frac{{}^m X^{\cdot}}{\cdot X^{\cdot}} = {}^m X^{n'} \frac{\cdot X^{\cdot}}{{}^m X^{\cdot} \cdot X^{n'}} \end{aligned} \quad (3-3-1)$$

この ${}^m p^{n'}$ の値はつぎのような相互依存関係を意味している。

まず式 (3-3-1) を変形すると

$$\frac{{}^m X^{n'}}{{}^m X^{\cdot}} = {}^m p^{n'} \frac{\cdot X^{n'}}{\cdot X^{\cdot}} \quad (3-3-2)$$

となり、供給地区 m からの総流出量のうち、需要地区 n' へ流入する通勤者の比率が、総移動人口のうち需要地 n' へ流入する総通勤者数の比率の ${}^m p^{n'}$ 倍であることを示している。同様に式 (3-3-1) を変形して

$$\frac{{}^m X^{n'}}{\cdot X^{n'}} = {}^m p^{n'} \frac{{}^m X^{\cdot}}{\cdot X^{\cdot}} \quad (3-3-3)$$

とすれば、需要地 n' へ流入する総通勤者数のうち、供給地区 m からの通勤者の比率が、総移動人口のうち供給地 m から流出する総通勤者数の比率の ${}^m p^{n'}$ 倍であることとなり、全く同じ関係を表わしている。そうして、この ${}^m p^{n'}$ の値は、就業人口供給地区 m と需要地区 n' の間の相互依存関係を示す指数で、この交通圏全域に関する標準値を 1 とした指数と考えることができる。

この ${}^m p^{n'}$ の値を地域間通勤交通量の推計に応用する方法論については、のちに第 6 章 § 4 にのべることにし、以下に、大都市における適用例として、各需要地区と供給地区との相互依存度について考察するための試算を行なつた。まず、東京通勤圏における通勤交通発生ゾーンとしては

1. 都内 23 区
2. 都下の市部・郡部
3. 隣接する千葉・埼玉・神奈川の 3 県

4. 静岡・山梨・長野・群馬・栃木の5県の合計

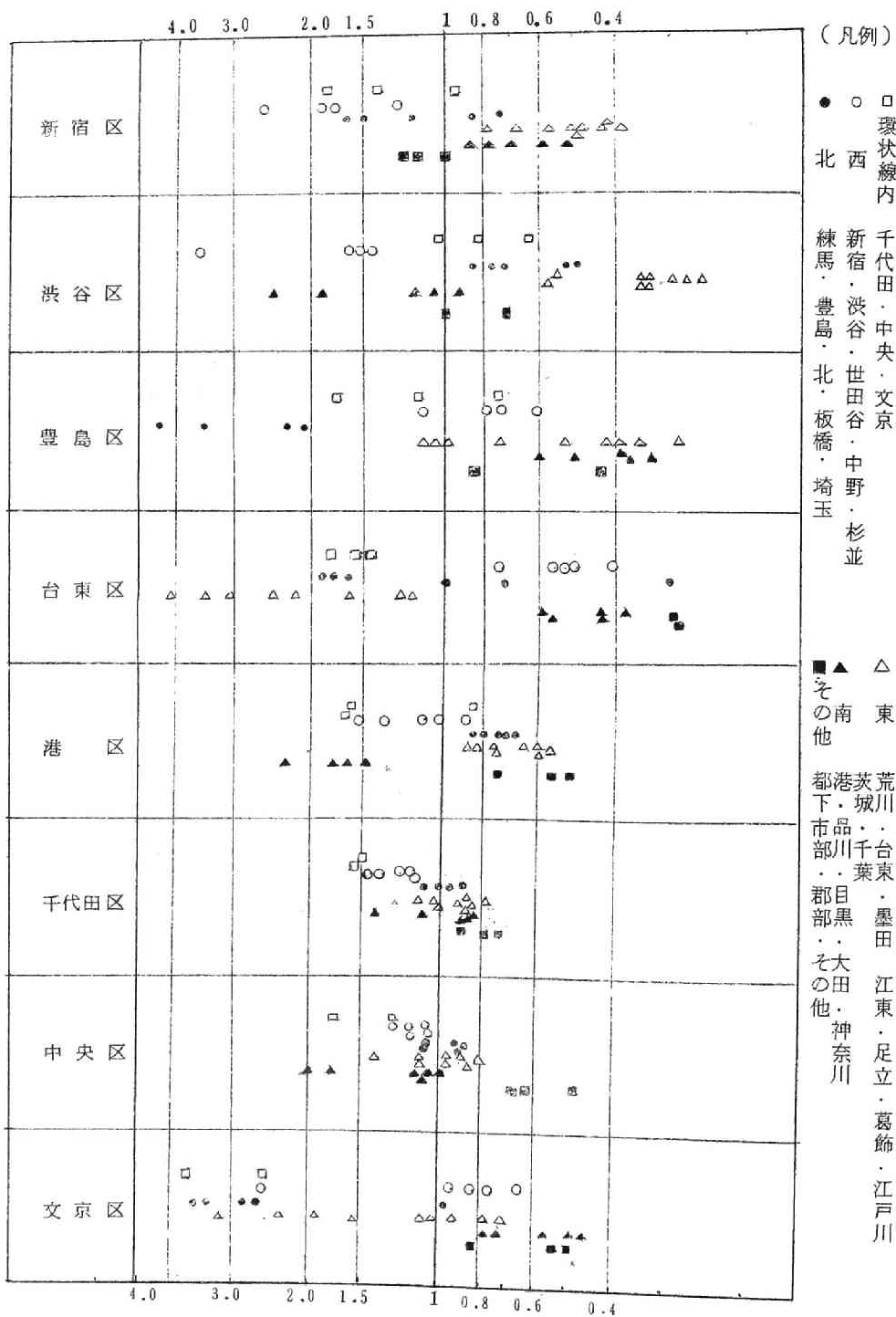
の計 29 ゾーンとし、主要な労働力需要ゾーンとしては、昭和 35 年度における昼間流入人口が、全昼間移動人口の 3 % (約 8.8 万人) 以上である 11 ゾーンとした。

また、昭和 35 年度国勢調査の結果¹⁵⁾によれば、これらの地区間の通勤 OD 表は付表 3-3-1 となつた。この表から、東京通勤圏において、東京都内に就業地を持つ昼間移動人口 (自区内移動を除く) の合計は 291.99 万人であり、付表 3-3-1 にとりあげた 11 ゾーンでこのうち 205.38 万人 (約 70 %) を吸収していることがわかる。それ以外のゾーンに流入する通勤交通流は、一般に求心的な流動ではなく、第 2 章 § 3 にのべたように、通勤時間帯における輸送施設の上り方向の限界容量には影響がないと考えることができる。そこで、この計 11 のゾーンを就業人口の需要地区とし、この各地区に対する就業者の各地区からの供給構造について考察する。

すなわち、式 (3-3-1) によつて ${}^m p^{n'}$ を求め、付表 3-3-2 がえられる。また、この ${}^m p^{n'}$ の値を労働力の需要地区別に整理して図示したのが付図 3-3-1(1)~(2)である。この図から、各需要地域は、各供給地域のうち地理的に接近したゾーンについて ${}^m p^{n'}$ の値が大きく、労働力の需要と供給について両地区が相互に依存している比率が大きいことがわかる。また、労働力需要地域の各ゾーンごとに各供給ゾーンとの間の ${}^m p^{n'}$ を図示したのが図 3-3-2 である。この図からつぎのことがわかる。

- a) 新宿区、渋谷区はとくに西部各区との関係が密接である。しかし、新宿区へは環状線内 3 区および北部からかなり流入比率が高いのに反して、渋谷区は南部各区および神奈川県からの流入比率が顕著であり、東部各区に対する依存度が小さい。
- b) 豊島区は、北部各区および埼玉県との関係が密接であり、南部各区に対する依存度は低い。
- c) 台東区は、東部各区、千葉県との供給人口に大きく依存し、西部との結合度は低い。
- d) 港区は、西部および南部からの供給の依存度が高い。
- e) 千代田区、中央区について顕著なことは、流入比率の大きさがあられ

図 3-3-2 労働力需要地区からみた供給構造



る方面についていずれも1に近く集中していることである。このことは、首都交通圏の中枢に位置し、主都心として各方面と均等に結合していることを示す。これに反して、他の各区のすでにのべた性質はいわば副都心ないしは各地域の中心としての局地性 (Locality) を示すものといえる。

- f) 千代田、中央、港のいわゆる都心3区は、西部各区との結合度がやや高い。逆の見方をすれば、東京西郊の住宅地からは、都心3区に流入する通勤者の比率が東郊などに比して高いことを示している。

このように、労働力の供給ゾーン m と需要ゾーン n' の相互依存関係を示す指数 ${}^m p^{n'}$ の大きさに影響する要素としては、つぎの諸条件が指摘される。

- 1) ゾーン n' の主要業種と事業所規模
- 2) ゾーン m の居住者の就業業種と所得階層
- 3) ゾーン m とゾーン n' の間の距離
- 4) ゾーン m とゾーン n' を結ぶ通勤のための交通手段と所要時間

すでにのべた ${}^m p^{n'}$ の値は、これらが結合されて形成される相互依存関係の実績値であるが、このうち4)に挙げた各ゾーン間の所要時分 ${}^m t^{n'}$ と ${}^m p^{n'}$ との関係を図示すると付図3-3-2(1)(2)となり、この図からつぎのことがわかる。

- a) 千代田区と中央区は、 ${}^m p^{n'}$ の値が所要時分に関係なく近郊の各方面別にはば一定した値を示している。しかも、他の各区の場合とくらべ、全体として1に近く、主都心は通勤圏の全域から均等に就業人口を吸収している。
- b) 新宿・豊島・渋谷の3区では、所要時分が長くなるにつれて一般的に相互の労働力需給の結びつきが弱くなる。しかし、それを供給地域の方面別にみると、所要時分以外の局地性があつて、新宿区では西郊と北郊、豊島区では北郊、渋谷区では西郊と南郊が ${}^m p^{n'}$ の値が大きい。副都心3区に対する流入人口の絶対数は主都心に比べて小さいが、このことは、3つの副都心では旧来からの経済的・社会的結合などのため、所要時分のみでは説明しえない、それぞれの局地性があることを示すものである。

しかし、さきにのべたように、同一方面からの流入については、所要時分の増加につれて ${}^m p^{n'}$ の値が規則的に減少する。

- c) 港区については、上にのべた a) と b) の中間的な性格であるということができる。すなわち、南郊各区との労働需給関係は明らかに所要時分に影響されるが、その他の方面については、千代田・新宿の両区と同様に所要時分に関係なく、ほぼ一定の ${}^m p^{n'}$ の値を示している。

以上のように、労働力の供給・需要両地域間の労働力需給に関する相互依存度と、両地域間の所要時分との関係を明らかにし、これをそれぞれの地域間の将来の分布交通量の推計に応用することができる。

§ 4 交通条件による業務地域発展の方向と速度

都心地域は、事業所群の集積につれ、事業所建築物の高層化によつて、みずからの就業人口密度を高めるが、ある程度の限界に達すると、都心的機能地域の範囲を漸次平面的に拡大してゆく。³⁾

本節では、まず東京都心におけるその現象的な観察を目的とした従来の研究をのべ、つぎに、通勤交通手段の整備条件からみて、今後の都心業務地域の発展の方向と速度を予測するための方法論を提案する。

〔1〕 都心における労働力需要動態に関する従来の研究

新たに建築された建築物床面積の空間分布構造の変化に着目し、都心における労働需要人口の地区別の増加過程を推測した従来の研究¹¹⁾についてのべるとつぎのようである。

すなわち、東京都内で昭和 25 年 6 月以後に着工された床面積 $600m^2$ 以上、または 4 階建以上のいずれかに該当する建築物は、付表 3-2-5 にすでに示したように総計 9,362 件である。この研究は、建築件数、階層、および 1 カ月あたり増加床面積をその完成時期、用途別、業種別、位置別にパンチカードによつて集計整理したものである。

その場合、建築時期については、付表 3-2-5 に示すように、昭和 25 年 6 月から 37 年 6 月までを 5 つの期間にわけ、また建築物の位置については、東京駅を原点に、東西軸を X 軸、南北軸を Y 軸にとり、地図上に 500m 間隔

でメッシュで切つて建築物の位置を座標によつて表現した。これにより、都心地域の地区別の発展の方向と速度に関して大要つぎのような分析結果がえられている。

- 1) この期間に施工された建築物を用途別にみると、各期を通じて事務所が最も高い比重（件数で 32.5%）を示し、店舗（同 12.1%）とともに都心地域に非常な集中傾向が認められる。
- 2) その結果、2, 3, 4, 5 と期が新らしくなるにつれて、都心地域が次第に周辺地区に向つて拡大してゆくプロセスが地図上に示される。
- 3) 業務地域としての発展は都心部が異常なまで強く、副都心への集中のテンポはそれにくらべてなおはなはだ小さい。
- 4) 第3期ごろから皇居をとりまく環状分布の事業所の集積がみられ、第4・5期と漸次その傾向を強めている。
- 5) 1カ月あたり増加床面積でみると、都心地域の中心部は他の地域にくらべて著るしく高く、また期を追うにしたがつて増加速度の高い地域が拡大され、空地を求めて都心が急激に拡がっている。
- 6) 都心部では件数分布より増加速度分布の方が高いことから、大規模な事務所建築が多いことが実証される。
- 7) ある時期において、新たな事業所群の急速な集積の行なわれた地域の床面積増加速度が低下し、集中地域が他に移動してゆく過程を知ることができる。

以上のように、通勤交通の吸収源として都心地域を見た場合、労働力人口を収容する建築物の空間分布構造についてまず現象観察的な考察が行なわれたものである。この分析結果にもとづいて、著者が作成した図 3-4-1 (1)~(5)によつて、上にのべた都心地域の拡がりを巨視的に見ることができる。

また、この分布構造のメカニズムを見い出すために、前節にのべたように、事業所の移転動機と現在地選定条件をアンケートにより調査されている。その結果、現在地を選定した理由としては、取引・交通のための便宜がはなはだ大きい比重を占めているので、本研究においてはそのうち通勤交通との関係に関して都心発展の方向と速度を推計するため、つぎの方法論を提案する。

図 3-4-1 建築床面積増加速度の分布

(1) 第 1 期

(昭 25.6 ~ 28.1)

(2) 第 2 期

(昭 28.2 ~ 31.11)

(凡例)

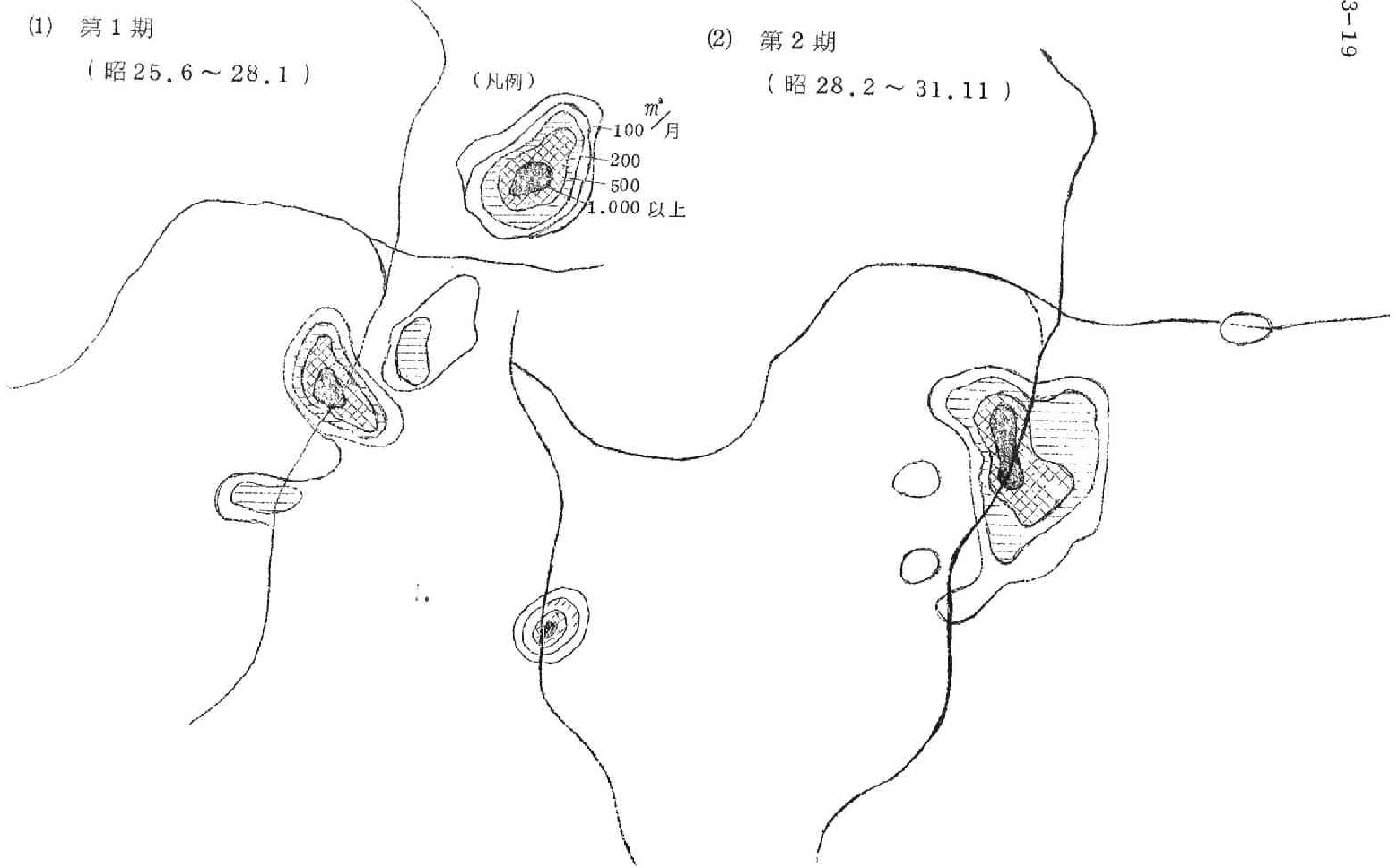
m^2 /月

100

200

500

1,000 以上



(3) 第3期

(昭 31.12 ~ 33.10)

(4) 第4期

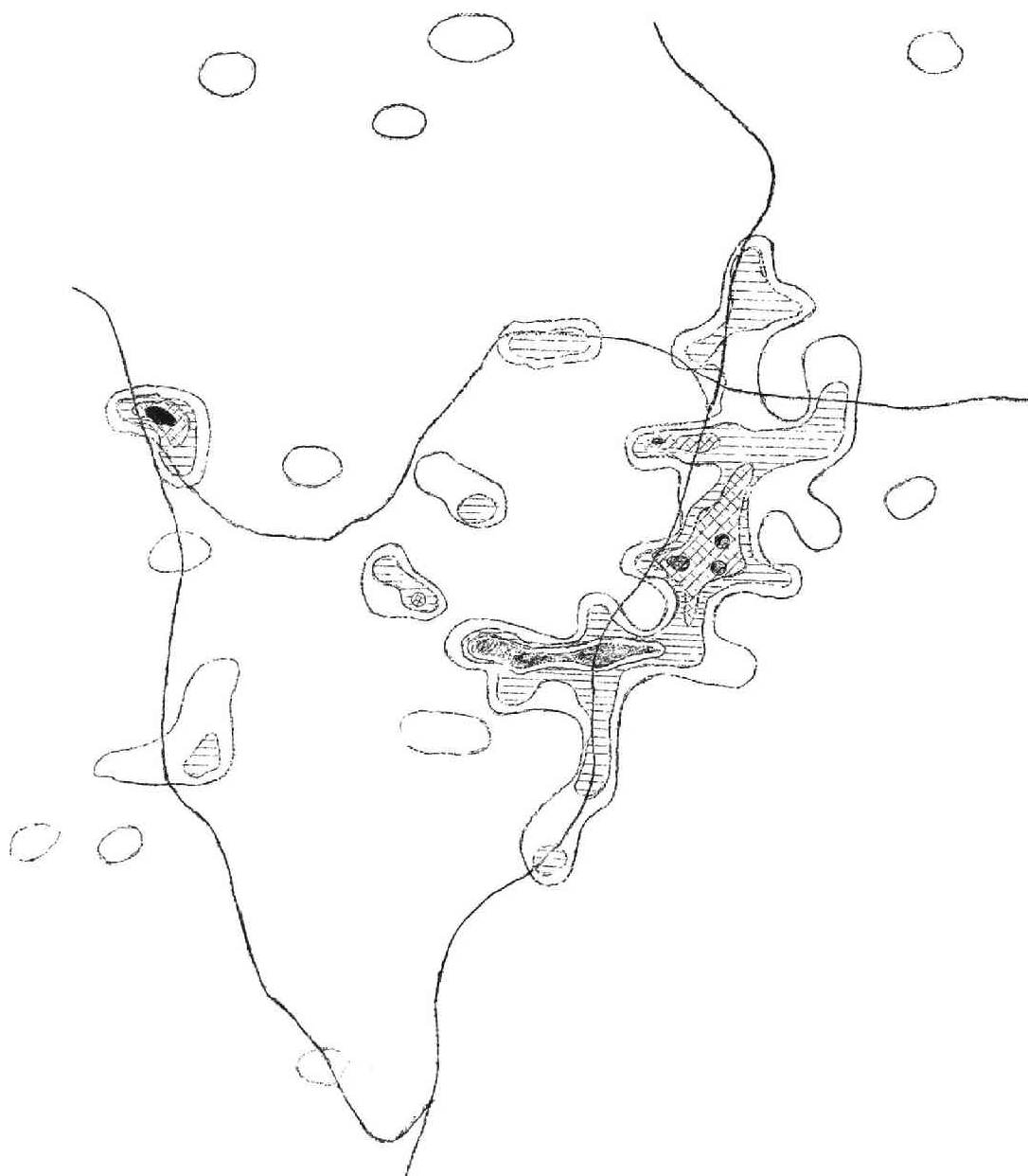
(昭 33.11 ~ 35.6)

-55-

3-21

(5) 第 5 期

(昭 . 35.7 ~ 37.6)



〔2〕 通勤交通条件からみた都心発展の予測

大都市における労働力需要地域としての都心業務地域が、〔1〕にのべたように発展の方向や拡大のテンポを示すのはいかなるメカニズムに起因するかという課題がある。これを研究せず、現象をいかに詳細に把握しても、密度分布の進展の予測は不可能ともいえる。ここでは、この課題をまず通勤のための交通施設との関連において考察し、都市近郊における労働力供給地域と都心の労働力需要地域を結ぶ交通手段の質的向上効果に関して2つの方法論を提案する。¹⁴⁾

その1つは、労働力需要地域内各ゾーンに対する労働力人口の供給圏の拡大に着目するものであり、第2は労働力需要地域内各ゾーンへの流入通勤者の受益度の大きさについて考察するものである。

これらの方法により、都市交通路線網の整備にともなう業務地域の各ゾーン内就業人口の重心位置の移動という形で都心地域の今後の発展傾向を推定することができると考える。

(1) 業務地域の発展要因

一般に、大都市の構造は、すでにのべたように、都心の業務地域を中核として発展し、ここに営なまれる経済活動のう勢がそのままその都市の発展傾向を支配する。また一方、都心の発展は昼間流入人口の増大を招き、都市鉄道施設や街路の負担力の増大を要請するなど、すでにのべたように、さまざまな都市問題の根源は直接的・間接的に都心地域の発展機曾に起因しているともいえる。

ここでは、ある期間中における新たな就業人口の増加が都心地域のいかなる部分に集積するかという課題をとりあげる。

その場合、一般につぎの諸要因が考えられる。

- 1) 既成業務地域の昼間人口密度の飽和
- 2) 企業集積利益に関する新たな客観条件の変化
- 3) 企業経営のための公共施設整備条件
- 4) 通勤輸送施設の整備条件
- 5) 都心各地域の業務用地地価の推移

このうち通勤輸送施設の整備、たとえば都心に至る地下鉄建設、走行速度向上、混雑度緩和などによる通勤手段の質的向上効果について以下の考察を行なった。

(2) 都心地域の発展方向

都心業務地域に任意に X, Y 座標を設け、その各象限について、都心地域のあるゾーン j の位置 (X_j, Y_j) 、 T_1 年および T_2 年におけるゾーン j の就業人口 Q_{1j}, Q_{2j} が与えられた場合、 T_1 年および T_2 年の就業人口の重心位置 (\bar{X}_1, \bar{Y}_1) および (\bar{X}_2, \bar{Y}_2) は次式によつて求められる。

$$\left. \begin{aligned} \bar{X}_1 &= \frac{\sum_j Q_{1j} X_j}{\sum_j Q_{1j}} \\ \bar{Y}_1 &= \frac{\sum_j Q_{1j} Y_j}{\sum_j Q_{1j}} \\ \bar{X}_2 &= \frac{\sum_j Q_{2j} X_j}{\sum_j Q_{2j}} \\ \bar{Y}_2 &= \frac{\sum_j Q_{2j} Y_j}{\sum_j Q_{2j}} \end{aligned} \right\} \quad (3-4-1)$$

また T_1 年から T_2 年に至る増加就業人口の重心位置を (\bar{X}_*, \bar{Y}_*) とすれば

$$\begin{aligned} \bar{X}_* &= \frac{\sum_j (Q_{2j} - Q_{1j}) X_j}{\sum_j (Q_{2j} - Q_{1j})} \\ \bar{Y}_* &= \frac{\sum_j (Q_{2j} - Q_{1j}) Y_j}{\sum_j (Q_{2j} - Q_{1j})} \end{aligned}$$

この場合、重心の合成の性質から (\bar{X}_2, \bar{Y}_2) の点は (\bar{X}_1, \bar{Y}_1) と (\bar{X}_*, \bar{Y}_*) を結ぶ直線上にあり、都心各地区の増加就業人口がこの象限内就業人口の重心位置を (\bar{X}_*, \bar{Y}_*) の方向に誘引したことを意味する。

この重心移動を生ぜしめる諸要因のうち、すでにのべたように、通勤所要時分の短縮効果に関してつぎの2つのモデルを提案する。

(3) 所要時分短縮による労働力供給圏の拡大効果

交通手段の整備によつて、都心のゾーン j に流入するための所要時間の等

しい近郊地域内の夜間人口が変化すれば、都心のゾーン j に対する就業者の供給ポテンシャルが変化し、業務地域の発展傾向に影響する。

すなわち、ある象限の任意のゾーン j について、

P_{*j}^l : l 分でゾーン j に流入可能な地域の T_1 年から T_2 年に至る期間における増加夜間人口

$$\left(\begin{array}{l} T_1 \text{ 年および } T_2 \text{ 年に } l \text{ 分でゾーン } j \text{ に流入可能な地域の夜間人口} \\ \text{をそれぞれ } P_{1j}^l, P_{2j}^l \text{ とすれば} \\ P_{*j}^l = P_{2j}^l - P_{1j}^l \end{array} \right)$$

β^l : l 分で都心地域に流入可能な地域の夜間人口に対する通勤者数の比率（通勤発生率）

とすれば、ゾーン j に対する通勤所要時分からみた就業者の供給ポテンシャルの T_1 年から T_2 年に至る期間の変化 P_{*j} は次式で与えられる。

$$P_{*j} = \sum_{l=0}^{\infty} \beta^l \cdot P_{*j}^l$$

都心地域の発展傾向は、ゾーン j (X_j, Y_j) における P_{*j} の大きさに影響されるから、

$$\bar{X}_P = \frac{\sum_j P_{*j} \bar{X}_j}{\sum_j P_{*j}}$$

$$\bar{Y}_P = \frac{\sum_j P_{*j} \bar{Y}_j}{\sum_j P_{*j}}$$

によつて P_{*j} の重心位置を求めれば、この (\bar{X}_P, \bar{Y}_P) は前述の (X_*, Y_*) に対応し、通勤手段の改善による業務地域の今後の発展方向を示すものといふことができる。

(4) 所要時分短縮による都心のゾーン別受益度の増大効果

別の見方から、通勤所要時分の短縮効果によつて都心の業務地域の各ゾーンが受ける受益度の大きさが都心地域の発展方向に影響する。

いま、通勤に関する交通路線 i の沿線から都心への昼間流出入口を Q_i 、都心のゾーン j に対する流入人口を ψ_j とすれば

$$\sum_i Q_i = \sum_j Q_j$$

となる。

また、 T_1 年から T_2 年に至る期間における交通路線 i から都心への流出人口増加を ΔQ_i 、路線 i から業務地域のゾーン j に流入する経路の T_1 年から T_2 年に至る短縮時分を t_{ij} とする。

この場合、一般に大都市の主都心地域は、前節 § 3 にのべたように、ほぼ同じ ${}^m p^{n'}$ をもっているから、 ΔQ_i のうちゾーン j に流入する通勤者数 ΔQ_{ij} を次式のように仮定することができる。

$$\Delta Q_{ij} = \Delta Q_i \frac{Q_j}{\sum_j Q_j}$$

通勤に関する交通施設の整備により、この通勤者がそれぞれ t_{ij} 分ずつ受益するから、ゾーン j の受益度の大きさ ΔS_j は次式となる。

$$\Delta S_j = \sum_i \Delta Q_{ij} t_{ij}$$

ある象限に関して、 ΔS_j の重心位置 (\bar{X}_S, \bar{Y}_S) は

$$\bar{X}_S = \frac{\sum_j \Delta S_j \cdot X_j}{\sum_j \Delta S_j}$$

$$\bar{Y}_S = \frac{\sum_j \Delta S_j \cdot Y_j}{\sum_j \Delta S_j}$$

この (\bar{X}_S, \bar{Y}_S) は、すでにのべた増加就業人口の重心 (X_*, Y_*) に対応すると考えられる。

以上のように、ここに提案した2つの方法論によつて (\bar{X}_P, \bar{Y}_P) 、 (\bar{X}_S, \bar{Y}_S) を求めることにより、たとえば地下鉄建設などによる交通施設の整備条件からみた都心地域の今後の発展傾向を、就業人口重心の移動の面から推定することができる。

§ 5 結 語

通勤に係る都市交通施設の計画に際しては、まず、都心地域における将来の事業所群の規模と構成にもとずいて、通勤交通需要を予測することが前提となる。

本章においては、この観点から、企業、とくにその中枢機能が都心地域に集積する実態の現象的な観察によつて、都心の業務地としての純粹化・高密度化がはげしく進行することをのべ、今後においてもこの傾向がつづく予想されることを明らかにした。

また、都心地域および都市近郊地域のそれぞれの地区相互の労働力人口の需給関係に着目し、その形成要因のうち、とくに通勤所要時分とその地区間の労働力需給の相互依存度との関係を表わす方法を考察した。そうして、これを応用することにより、通勤交通手段の改善による通勤交通構造の変化を予測しうることをのべた。

また、都心地域の発展の方向と速度を、通勤のための交通手段との関連において考察し、都市近郊における労働力供給地域と、都心の労働力需要地域を結ぶ交通手段の質的向上効果に関して、2つの方法論を提案した。この方法により、都市交通路線網の整備にともなう業務地域の就業人口分布の重心位置の移動という形で、都心地域の今後の発展の方向と速度を巨視的に推定しうることを明らかにした。

参 考 文 献

- 1) 経企地域調査資料第30号，大都市圏の外部経済，昭39.5，
経済企画庁地域経済問題調査室。
- 2) A.B.Gallion & Eisner : The Urban Pattern. City Planning and
Design, 1963, D.Van Nostrand Co.
Chap. 15. Commercial Centers, pp. 265 ~ 283.
- 3) D.M.Pappenfort : The Ecological Field and the Metropolitan
Community : Manufacturing and Management.,

- American Journal of Sociology, 64. Jan. 1959. pp. 380 ~ 385.
- 4) Traffic in Town : Study of the long term problems of traffic in urban areas. 1963. H.M.S.O. Part 4, A central metropolitan block. pp. 219 ~ 231, 290 ~ 299.
 - 5) 運輸省大臣官房都市交通課監修： 都市交通年報， 昭38年度版， 昭40. 3.
 - 6) 首都東京の機能と構造， 一経済再開発のための基礎調査一 昭39. 3.
国民経済研究協会， pp. 45 ~ 110.
 - 7) 前 掲 6)， pp. 121 ~ 133.
 - 8) 都心における建築動態について (I)， 昭39. 4.
 - 9) 清水馨八郎： 大都市地域と交通との基本關係の地理学的研究， 1960.12，
東京都企画室.
 - 10) 岩井弘融・加藤一郎・柴田徳衛・八十島義之助責任編集：
都市問題講座，1， 経済構造， 昭40. 5， 有斐閣.
 - 11) 前 掲 8)， pp. 1 ~ 38.
 - 12) 角本良平： 都市交通， その現状と対策， 昭31. 9， 交通協力会出版部， p. 51.
 - 13) 丹下健三研究室： 東京計画一1960， 新建築， Vol. 36, No. 3, 1961. 3，
pp. 79 ~ 120.
 - 14) 天野光三・北井良吉： 都心地域の發展傾向に関する一考察，
第20回土木学会年次学術講演会講演概要， 昭40. 6， IV-109.
 - 15) 東京都昼間人口の集計報告， 昭37. 3， 東京都.

第4章 住居地域の発展に関する考察

§ 1 概 説

すでにのべたように、都市における第2次・3次産業の就業構造は、住居地と就業地の分離の一般的傾向を指摘することができる。この両地区を結ぶ通勤交通需要は朝には都市近郊の住居地域において発生し、主として都心に集中する事業所地域に求心的に吸収される。夕方にはこの交通需要の方向は全く逆に、各近郊住居地域に対する遠心的な流動となつて、一日を周期とする昼夜間人口差をつくり出す役割を果し、いわば都市経済活動の原動力となつているといふことができる。

したがつて、都市通勤輸送施設に関する計画策定のためには、この交通需要の発生源である近郊住居地域と、吸収源である都心事業所地域のそれぞれについて、過去における発展過程の分析がまず必要であり、これによつてはじめて計画の基礎的データを得ることができる。

このうち都心地域の発展に関する諸要因については第3章にすでにのべたので、本章においては、ある大都市に対する人口集中が行なわれた場合、それがそれぞれの近郊地域別にいかなる夜間人口分布の変化となつてあらわれるかという課題について、主として都心に対する通勤時間距離との関係から分析する。

一般に、都市に対する新たな転入人口は、その都市近郊のそれぞれの地区の自然的・社会的・経済的条件を比較し、そのうち最も有利とする地区に新たに定着し、その地域の人口増加の原因となる。

たとえば、このようにして任意の地域に新たに居住する転入者と、同じく転出者の合計を知れば、一定の期間内におけるこの両者の差によつて、人口密度分布の地域間の均衡の変化を明らかにすることができる。

現在の大都市については、第2章§2にのべたように新たな夜間人口の増加率の高い地域は、都心からより遠くへと拡がり、近郊住宅地域、したがつて都市の外縁部は地理的にも著じるしい勢いで拡大しつつある。

4-2

この現象を説明するには、すでにのべたように、いくつかの要因をあげることができるが、本章においてはそのうち都心に対する時間距離に関して各近郊地域の発展過程の分析を試みることにする。

まず § 2 居住人口の時間距離的分布に関する分析においては、過去の実績値にもとずき、都市近郊の各ゾーン別人口、人口密度と、その各ゾーンから主都心までの時間距離および経過年度との間の一般的法則を見い出すことを目的とし、一つの都市の例として東京通勤圏についてこれらの数値を関数関係によつてあらわす。

§ 3 人口密度の増加過程に関する分析においては、それぞれの近郊地域の人口密度が増加し、住居地域として成長してゆく過程を数式模型としてとらえ、それぞれの地域を主として都心に対する時間距離に関する区別によつて比較し、今後の成長を予測するための方法論を考察する。

§ 4 住居地地価の時間距離的分布に関する分析においては、それぞれの近郊地域の住居地としての地価の推移と時間距離との関係を明らかにする。このため、まず実績値にもとづく東京通勤圏内各地域の住居地としての平均的地価を都心に対する時間距離および年度経過の関数として表わし、地価の一般的な高騰過程を数式模型によつて説明する。これによつて将来の地価の予測値がえられ、これがさらに一つの制約条件として人口密度分布に影響するその大きさを予知しうることをのべる。

§ 2 居住人口の時間距離的分布に関する分析

都市における新たな増加人口は、近郊地域それぞれの自然的条件・社会的条件・経済的条件を総合して最も有利と判断した地域に居住地を選定する。⁴⁾ 近年においては、そのうちの地価の高騰が主な原因となつて、人口増加率の大きい地域がより遠い郊外へと拡がりつつあることはすでにのべたとおりである。

このように都市近郊の人口、人口密度の推移に大きな影響を及ぼしている地価については § 4 において都心からの時間距離および経過年度との関係を分析することとし、本節においては、これらの各条件による都市近郊各地域の人口増加のメカニズムの解明にさきだつて、居住地としてのすべての選定条

件を総合して増加人口の定着が行なわれた結果、人口と人口密度が時間距離からみてどのような分布を示してきたかについて過去の実績値を分析した。

すなわち、このように都市近郊地域の夜間人口分布とその推移を、通勤交通手段と関連づけて分析することを目的とする場合、たとえばつぎのような方法が考えられる。

- (1) 都市近郊各地域の自然的条件・社会的条件の相違による夜間人口・人口密度およびそのそれぞれの増加率を交通手段と関連づけて比較するためには、主要な交通路線の勢力圏によつて都市近郊を方面別に区分し、そのそれぞれの特性を比較する。
- (2) 都市近郊各地域から都心に対する時間距離によつて近郊地域を等間隔のゾーンに分割し、この各ゾーンの夜間人口を単位として近郊地域の人口動態を分析する。

この実験的な方法によれば、対象とする任意の都市について近郊地域の発展過程の分析の目的に即した結果が得られる。すなわち任意の都市について近郊地域の夜間人口分布とその推移を通勤交通手段と関連づけて分析することにより、近郊地域の発展に関する共通的要素と各都市ごとの特性を見い出すことができると思われる。

本研究ではこの実験的手法の一つの適用例として、時間距離のなるべく大きい範囲に都市近郊地域が拡がっていることが望ましい点を考慮して、東京通勤圏（ここでは東京駅を中心とし、ほぼ 80 分で到達しうる地域とする）をとりあげ、その近郊地域の発展過程を時間距離との関連において分析するため、つぎのように過去のデータを収集し集計整理した。⁵⁾

- a) 昭和 25、30、35、36、37 年の各年度における市区町丁の行政区画の面積と夜間人口
- b) 各行政区画の面積比によつて按分されたそれぞれの幾何駅勢圏（第 7 章 § 3 参照）内の人口・人口密度
- c) 近郊各駅から都心に至るための各経路のうち最も早い手段による所要時分（第 7 章 § 4 参照）
- d) 東京通勤圏の近郊地域をその自然的条件、過去における発展の経過、隣接都市との接触条件などを勘案して東郊・北郊・西郊・南郊に分割する。

その場合、第2章 § 4 にのべたように都市通勤輸送に占める高速鉄道の比重からみて表 4-2-1 に示す各放射状鉄道路線の駅勢圏を単位として集計する。

表 4-2-1 調査対象鉄道路線

| 方面別 | 国 鉄 | 私 鉄 | 地 下 鉄 |
|------|------------------------------|---|---------------------|
| 環状線内 | 山手環状線 中央線(新宿-東京) | | 銀座線 丸の内線 日比谷線 |
| 東 郊 | 総武線 常盤線 | 京成上野線 京成千葉線 | 都営1号線 |
| 北 郊 | 京浜東北線 東北線 高崎線 | 東武東上線 " 伊勢崎線 | |
| 西 郊 | 中央線 | 西武池袋線 " 新宿線 京王帝都 京王線 " 井の頭線 小田急 小田原線 東 急 玉川線 | 荻窪線 |
| 南 郊 | 京浜東北線 根岸線 横須賀線 東海道線 | 東 急 東横線 " 日蒲線 " 池上線 " 田園都市線 京浜急行本線 | |

このようにして東京近郊を4つの方面別と所要時間帯によつて分割する場合、その各ゾーンは図 4-2-1 のようになる。

ところで、東京通勤圏内総夜間人口は、昭和 25 年度に約 498 万人であつたが、昭和 37 年度には約 793 万人に増加し、しかもその増加率は年々大きくなつて、東京通勤圏の人口は加速度的に増大をつづけている。



しかし東京近郊の各地域においては、都心に至る所要時分や方面別に増加傾向に相違があり、過去におけるこの推移を分析することは近郊地域の今後の発展傾向の予測のために基礎的な示唆を与えるものと考えられる。

このための分析を目的とし、都市近郊の発展を以下において夜間人口、通勤発生率、人口密度のそれぞれの面からとりあげた。

〔1〕 ゾーン別夜間人口

表 4-2-1 および図 4-2-1 に示す方面別、都心までの所要時間帯別に近郊各ゾーンの年度別夜間人口を諸種の基礎資料⁶⁾⁷⁾⁸⁾によつて集計し、付表 4-2-1 をえた。

この付表 4-2-1 による各ゾーンの夜間人口の年度別推移を図示したのが付図 4-2-1 (1) および (2) である。これからつぎのことがわかる。

- a) 夜間人口の絶対量からみて、西郊・南郊が大きく、それにくらべて東郊・北郊が小さい。
- b) 東京駅までの所要時分によつて近郊各ゾーンを区別すると、東郊以外では 20 ～ 30 分圏は山手環状線内の地域が含まれるため東郊だけは異なつた傾向があらわれる。
- c) すなわち東郊だけを例外として 30 ～ 40 分圏にピークがあり、このゾーンに夜間人口の集中度が高い。
- d) 都心からの距離による影響については、ほぼ均等な人口増加傾向を示している。しかし西郊では 30 ～ 40 分圏の人口増加の停滞が見られるとともに、40 ～ 50 分圏が急激に増大しつつある。

つぎに a) にのべたように夜間人口は西郊・南郊に大きく、東郊・北郊が小さいことを鉄道網の粗密と関連させて考える。

表 4-2-1 および図 4-2-1 に示す 4 つの方面別のそれぞれについて、各年度別の夜間人口と領域内の放射状鉄道路線延長との関係を求め、表 4-2-2 をえた。

またこれを図示すると図 4-2-2 となる。

この図から 20 ～ 80 分の時間距離にある東京近郊では、放射状鉄道路線延長 1 km 当たりの平均夜間人口は、昭和 25 年度において約 9,000 人であつ

表 4-2-2 方面別鉄道延長と夜間人口

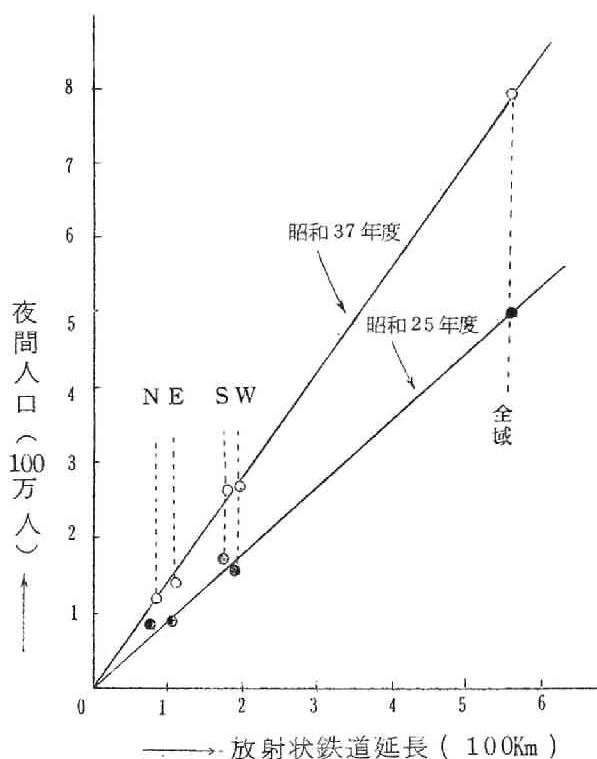
| | 鉄道延長 (km) | 昭 25 年 | | 昭 37 年 | | 人口増加率 ($\frac{\text{昭}37}{\text{昭}35}$) |
|-----|--------------|-------------|---|-------------|--|--|
| | | 人 口 (万人) | 鉄道延長 1 km 当たり人口 | 人 口 (万人) | 鉄道延長 1 km 当たり人口 | |
| 東 郊 | 108.3 | 90 | ($\frac{\text{人}}{\text{km}}$) 8,310 | 141 | ($\frac{\text{人}}{\text{km}}$) 13,011 | 1.57 |
| 北 郊 | 80.0 | 85 | 10,625 | 119 | 14,875 | 1.40 |
| 西 郊 | 194.8 | 168 | 8,624 | 270 | 13,860 | 1.61 |
| 南 郊 | 177.0 | 172 | 9,717 | 262 | 14,802 | 1.52 |
| 計 | 560.1 | 505 | 9,015 | 793 | 14,158 | 1.57 |

たが昭和 37 年度において約 14,000 人となり、その値はどのブロックについてもほぼ等しいことがわかる。

このように各ゾーンの面積にはほとんど無関係に、夜間人口、さらにはその増加人口もまた鉄道延長にほぼ比例するということは、鉄道網の疎な中間地域にはほとんど人口の集積がなく、都心地域に対する流入手段として鉄道に依存している比重が著るしく大きいことを示すものと考えられる。

また各ゾーンの人口増加がほぼ鉄道路線延長に比例していることから、東郊・北郊が住宅地域としての発展が遅れているのは、都心に向う放射状鉄道網がすくないことが大き

図 4-2-2 東京近郊鉄道延長と夜間人口



な理由であるともいえる。

したがって、高速鉄道が都市近郊の発展に密接に関連していること、および第2章§4にのべたように、都市における通勤手段として高速鉄道がはなはだ大きい役割を果たしていることが図4-2-2によつても裏づけられたものと考えることができる。

また付表4-2-1に示すゾーン*i*の昭和*n*年における夜間人口を P_i^n とし、

$$\alpha_i^n = \frac{P_i^n}{P_i^{25}} \quad (4-2-1)$$

$$\beta_i^n = \alpha_i^n \left/ \frac{\sum_{i \in R} P_i^n}{\sum_{i \in R} P_i^{25}} \right. \quad (4-2-2)$$

ここに*R*は東郊*E*，北郊*N*，西郊*W*，南郊*S*の区別をあらわす。

$$\gamma_i^n = \frac{P_i^n}{\sum_i P_i^n} \quad (4-2-3)$$

$$\delta_i^n = \frac{\gamma_i^n}{\gamma_i^{25}} \quad (4-2-4)$$

のそれぞれの値を付表4-2-1にもとずいて集計し、付表4-2-2をえた。

この α_i^n は、昭和25年に対する昭和*n*年のそれぞれのゾーン*i*の夜間人口増加率であり、付図4-2-2において棒グラフで示す。折線グラフは同時分圏合計人口の昭和25年に対する各年度の人口増加率を示す。

したがって折線グラフは同時分圏について各方面とも共通であり、棒グラフと折線グラフの差は同時分圏の東・西・南・北方面別の発展過程の相違を示す。

この付図4-2-2から、たとえばつぎのことがわかる。

- a) 西郊は各時分圏とも、各年度とも平均伸び率を上回っている。
- b) 西郊については40分を境界として各年度の伸び率に差がある。40分以内には35年度以降やや停滞傾向がみられる。
- c) 東郊の50分圏以遠は各年度とも平均伸び率を上回っているが、西郊の

50 分以遠ほど著るしくはない。

d) 北郊の 40 分圏以遠は他の全域に比し伸び率がかなり下回っている。

e) 南郊については各時分圏とも、各年度ともほぼ平均的な傾向に近いが、40 ～ 50 分圏だけは多少低い。これは人口絶対数の大きい西郊 40 ～ 50 分圏の人口増加が著しく大きかつたことが原因である。

つぎに式 (4-2-2) に示す β_i^n の値によつて、同じ方面に属する各ゾーンの人口増加率を比較することができる。

すなわち式 (4-2-2) に示す β_i^n の値が 1 より大きい場合、ゾーン i の人口増加率は、そのゾーン i が属する方面全体の人口増加率より大きく、1 より小さいときはゾーン i の人口増加率はその属する方面全体の人口増加率より小さいことがわかる。

この関係を図示したのが付図 4-2-3 であり、この図からたとえばつぎのことがわかる。

a) まず一般的傾向として伸び率の高いのはつぎのゾーンである。

西郊 → 40 分以遠

北郊 → 30 ～ 40 分圏のみ

東郊 → 50 ～ 70 分圏

b) 南郊では距離による差が小さく、平均的な伸びを示すが、60 分圏以遠の伸び率はやや低い。

c) 西郊を年度別にみると、昭和 25 年から 30 年までは 20 ～ 30 分圏もなお平均以上であつたが、35 年以降では平均以下となり、逆に 60 分圏以遠が平均以上に転じた。

d) 西郊では 40 ～ 50 分圏の伸び率が最も高いが、37 年においては 50 ～ 60 分圏にやや拡がつた傾向がみられる。

さらに式 (4-2-4) に示す δ_i^n の値によつて、昭和 n 年におけるゾーン i の夜間人口の、東京通勤圏全域の夜間人口にしめる比率が、昭和 25 年のその何倍に達するかを知ることができる。

すなわちこの値が 1 より大きいことは、ゾーン i の夜間人口が、東京通勤圏全域に対して昭和 25 年より比重を増したことを意味し、1 より小さいことはこの逆を意味する。

付図 4-2-4 はこれを図示したものであり、この図からたとえばつぎのことがわかる。

- a) まず夜間人口の相対的な比重が、昭和 25 年にくらべて著しく減少したのは北郊の各ゾーンであり、50 分圏以遠においてとくに目立っている。これを年度別にみると、昭和 25 年から 35 年に至る期間におけるこれらのゾーンの人口増加が、他のゾーンにくらべ相対的に小さかったことが顕著に示されている。
- b) 昭和 25 年以降において夜間人口の相対的な比重を増大したのは西郊であるが、そのうちでも 40 ～ 50 分圏がとくに著しい。しかし 40 分圏以内ではむしろ逆に比重の減少が認められる。
- c) 南郊においては各ゾーンの比重は減少したが、その低下の比率は 60 分圏までは小さく、東京通勤圏全域の平均的な人口増加率にほぼ比例して夜間人口が増加したといえる。
- d) 東郊においては 50 ～ 70 分圏が夜間人口の構成比率を増大させたが、これは京葉工業地帯の造成に伴なう千葉市周辺への人口集中を示すものと考えられる。

以上のように夜間人口の構成比率の変化 (δ_i^n) を求め、これを付図 4-2-4 のように図示することにより、都市近郊のゾーン別人口の構成変化を総合的に把握することが可能となる。

〔2〕 通 勤 発 生 率

昭和 n 年におけるゾーン i の夜間人口・通勤発生人口をそれぞれ P_i^n 、 p_i^n とするとき、

$$k_i^n = \frac{p_i^n}{P_i^n} \quad (4-2-5)$$

の k_i^n を通勤発生率と称することとし、各ゾーンから都心に対する時間距離と k_i^n との関係を求める。

すなわち、東京近郊各駅の通勤定期発売枚数の過去の実績値⁹⁾をもつて通勤発生人口の近似値とみなし、図 4-2-1 に示す各ゾーンについて、まず p_i^n を付表 4-2-3 (1) のように集計した。⁵⁾

つぎに付表 4-2-1 および付表 4-2-3 (1)にもとづいて通勤発生率 k_i^n を求め、付表 4-2-3 (2)および付図 4-2-5 をえた。

こうしてえられた付図 4-2-5 から、たとえば一般に東郊および南郊は夜間人口当たりの通勤者が多いことがわかる。これは独身者の比率が高いことや、同世帯からの就業者が多いことに起因するものと考えられる。

また南郊 50 ～ 60 分圏の通勤発生率がはなはだ小さくあらわれているのは、通勤発生人口の多くが横浜市に吸収されるが、計数の基礎資料となつた通勤定期発売枚数が、東京都心流入のもののみを集計していることなどが原因といえる。

なお、西郊 20 ～ 30 分圏が昭和 37 年度に急増したのは、地下鉄荻窪線の完成により 20 ～ 30 分圏の範囲が拡大した影響と考えられる。

さらに各ゾーンの通勤発生人口が、東京通勤圏全域に占める比重

$$\xi_i^n = \frac{p_i^n}{\sum_i p_i^n} \quad (4-2-6)$$

および

$$\eta_i^n = \xi_i^n \bigg/ \frac{P_i^n}{\sum_i P_i^n} \quad (4-2-7)$$

を求め、それぞれ付表 4-2-3 (3)および 4-2-3 (4)をえた。

またこうしてえられた η_i^n を図示すると付図 4-2-6 となり、東京通勤圏全域の通勤発生率の標準値を 1 とした場合、それぞれのゾーン別の通勤発生率の相対的な大きさを示すことができる。

〔3〕人 口 密 度

すでにのべた〔1〕〔2〕においては、いずれも各ゾーンにおける夜間人口、通勤発生人口の増加過程を分析したものであり、したがってこれらの値には各ゾーンの面積の相違の影響が除去されていない。

都市近郊の発展を計量的に取り扱い、時間距離によつて与えられるそれぞれのゾーンごとに将来の人口分布を論ずる場合には、過去の各年度におけるゾーンごとに人口密度の変化を把握する必要がある。

すでに求めた P_i^n (付表 4-2-1 参照) およびゾーン別面積 $A_i^{7)}$ によつて昭和 n 年におけるゾーン i の人口密度 ρ_i^n を求め、付表 4-2-4 をえた。⁵⁾

またこれを図示したのが付図 4-2-7 (1) および (2) である。

この図の 4 つの方面別のうち、東郊においては 40 ~ 50 分圏に千葉市があるため、この時分圏に人口密度の 1 つの山があるが、そのほかではいずれも遠くなるにしたがつてほぼ指数関数的に減少している。

すなわち通勤の主目的地が 1 つの都心地域であつてそれ以外に就業人口の大きな需要地域がなく、しかも自然的条件が均一であるという都市近郊地域においては、人口密度 ρ は第 5 章 § 1 にのべるように都心までの直線距離 x に関する C. Clark の式¹⁰⁾ ではなく都心に対する時間距離 t に、より大きく支配される 1 つのモデルとして、つぎの指数関数を仮定できるものと考えられる。

$$\rho = A e^{-Bt} \quad (4-2-8)$$

ここに A, B : 定数

東京の西郊全域、およびそのうちの西武新宿・池袋の両線について、諸種の基礎資料⁷⁾⁸⁾ にもとずいて過去の実績値から定数 A, B を求めると表 4-2-3 となり、この場合の相関係数からみて、いずれもはなはだ高い相関性をもっていることがわかる。

表 4-2-3 人口密度指数関数の定数

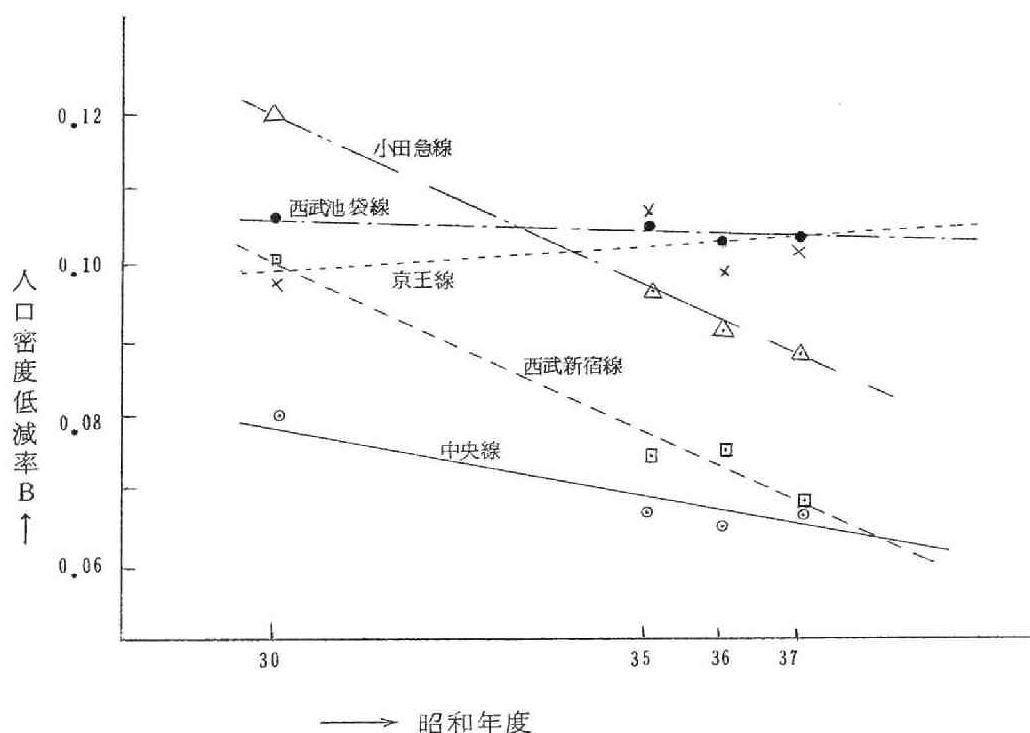
| | 西郊(昭25) | 西郊(昭30) | 西郊(昭35) | 西郊(昭36) | 西郊(昭37) | 西武池袋線 | 西武新宿線 |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| r | -0.97078 | -0.98105 | -0.98657 | -0.98795 | -0.98808 | -0.98105 | -0.97728 |
| A | 75,736 | 107,918 | 116,520 | 121,590 | 121,845 | 245,997 | 156,610 |
| B | 0.06585 | 0.06839 | 0.06516 | 0.06493 | 0.06392 | 0.08009 | 0.05825 |

r : 標本相関係数

さらにくわしく、東京西郊の 5 本の放射状鉄道路線の各沿線人口密度の分布について、定数 B を求め、この値を各年度別に図 4-2-3 に示した。

指数関数の形から容易にわかるように、この B の値が大きいことは時間距

図 4-2-3 沿線人口密度低減率の経年変化



離 t の方向への人口密度の低減が急であることを意味し、その沿線が住宅地として比較的なお開発の余地を残しているとも考えることができる。

図 4-2-3 からわかるように、中央線では他の線に比較して各年度とも B の値が小さく、したがって人口密度は沿線の時間距離方向に減少の程度が小さい。このことは乗換えに要する損失時分を含む都心までの所要時分は同じであつても、中央線によれば都心まで直通しうるために肉体的・精神的負担がすくないことや、定期運賃の安さなどが他の路線にくらべて有利なため、時間距離の遠い地域まで夜間人口の集積が及んだことを示している。

またこの図から、 B の値が年度とともに急に減少している小田急線・西武新宿線では住宅地としての沿線の開発が時間距離の遠いところにまで進展して、住宅地域のいわゆるスプロール化が著しいことを示しているといえる。

§ 3 人口密度の増加過程に関する分析

本節においては都市近郊のそれぞれのゾーンにおける人口密度の年度経過に伴う変化について考察する。

まず一般に人口密度の増加過程の分析を目的とする場合、数理的関数を用いる解析的平滑化よりも移動平均などを用いる補整法の方が、動態系列の発展傾向を解明するよい方法であるといえる。¹¹⁾ なぜならば、発展法則を表わす関数の選択について、あらかじめ何ら前提を立てることを要請されることなく、発展傾向を数式的模型として解釈することを強要されず、また同一の公式を質的に異なる時期に適用する危険をさけうるからである。

しかし半面その数理的取り扱いが非常に限られるという移動平均法などの補整法の欠点があり、人口分析や予測のためには種々の理論式・経験式が用いられる。ここでは通常的人口分析に際し、最小自乗法を適用してあてはめが行なわれる種々の傾向曲線についてまず簡単に述べる。¹²⁾

a) 直 線 傾 向

比較的短期間の人口増加、ことに人口移動の影響を受けることが多い場合に適用される。

b) 2 次放物線傾向

天災や戦争などの影響を受ける場合をのぞき、人口増加傾向として2次放物線が適合することは比較的稀である。

c) 3 次 曲 線 傾 向

3次曲線が人口増加傾向としてもつともよくあてはまる場合は経験的に非常に多く、わが国国勢調査の報告にも使われている。¹³⁾

d) 指 数 曲 線 傾 向

人口増加率が安定的な場合に適當であるが、実際人口においては比較的長期にわたつてこのような条件をもつことは非常にすくない。しかし指数関数は、以下にのべる各種の曲線傾向の数理的な基礎となつている。

e) 常数項のついた指数曲線傾向

常数項のついた指数曲線

$$P = K + GC^x \quad (4-3-1)$$

ここに P : 人口

x : 経過時間

K, G, C : 定数

を漸近増加曲線 (asymptotic growth curve) ということもある。

この式はのちにのべる Gompertz 曲線の両辺の対数をとつた場合の式 (4-3-5) と全く同じ形であり、人口の大きさが上限または下限の K に漸近してゆく場合に適する。

以上のように単純な数式模型による曲線傾向のほか

$$\left. \begin{aligned} P &= A + Bx + Cx^2 + D \log x \\ P &= A + Bx + C \frac{1}{x} \\ P &= A + Bx + C \log x \end{aligned} \right\} \quad (4-3-2)$$

ここに P : 人口

x : 経過時間

A, B, C, D : 定数

などの純然たる経験曲線をあてはめて良好な適合度がえられている場合がある。

以上にのべた種々の傾向曲線に対して、生物学的理論にもとずいて発達した成長曲線¹⁴⁾ (growth curve) が人口増加の分析に適用される。その最も重要なものに Gomperts 曲線と Logistic 曲線がある。以下その大要をのべる。^{15) 16)}

a) Gompertz 曲線

特定の条件の下において人口増加に限界点が考えられ、これらの条件に対し、人口増加につれて人口増加の傾向が減少してゆくと想定される場合に用いられるものであり、その曲線の方程式は

$$p = kg^{c^x} \quad (4-3-3)$$

ここに p : 人口

x : 経過時間

k, g, c : 定数

で示される。

いま両辺の対数をとると

$$\log p = \log k + c^x \log g \quad (4-3-4)$$

$\log p = P, \log k = K, \log g = G$ とおけば

$$P = K + c^x G \quad (4-3-5)$$

となり、 $3N$ 個の x に関する等間隔の実績値によつて定数 c, G, K を求めることができる。

またこの Gompertz 曲線を修正した Gompertz - Makeham 曲線

$$P = k s^x g c^x \quad (4-3-6)$$

があるが、Gompertz 曲線より計算が複雑であり、人口増加傾向としては経験的にそれほど効果的であるとはいえない。

b) 単純 Logistic 曲線

古来いくたの生物学・人口学者によつて導かれ、¹⁷⁾ 生物学的人口理論として最も重要な傾向曲線といふことができる。すなわち、同一条件のもとにおける人口増加の極限 C を想定し、人口増加速度は極限に対する余地 $(C - P)$ に比例すると考えると

$$\frac{dP}{dx} = bP(C - P) \quad (4-3-7)$$

これを解いて

$$P = \frac{C}{1 + a e^{-bx}} \quad (4-3-8)$$

がえられる。

以上は人口増加に関する成長曲線であるが、これが成立するための前提条件はつぎのとおりである。¹⁸⁾¹⁹⁾

- 1) 空間は有限であること。
- 2) 一定条件の下においては人口増加の最大限があること。
- 3) その最小限は0であること。
- 4) その増加は文化段階的あるいは循環的であつて、循環は累重的であること。
- 5) 人口増加の一般的形態は、最初は増加速度が上昇するが、ついに最大点

に達し、以後それは漸減して人口は特定の空間と文化的段階が期定する極限に到達すること。

都市近郊の各ゾーンにおける人口密度に関しても、この条件はいずれも適合すると考えられるので、ここにのべた Logistic 曲線の理論に本章 § 2 に示す基礎データを適用し、以下において年度経過に伴う人口密度の変化に関する分析を試みる。

付表 4-2-4 に示す東京近郊各ゾーン別人口密度のうち西郊の各ゾーンに関して時間距離との関係を付図 4-2-7 (1) に示したが、これを年度経過に関して図示したのが図 4-3-1 である。⁽²⁾

この図から、人口密度について成長曲線を考えると、図 4-3-2 に示すモデルにおいて、それぞれのゾーンは各成長曲線における $x=x_1$ から $x=x_2$ までの年度区分に対応する成長過程にあると仮定することができる。

すなわち、成長の初期の段階には下に凸の曲線であるが、中期には変曲点を経て上に凸の曲線になり、さらにある一定の上限値に漸近する Logistic 曲線となる。

すなわち、ゾーン i における飽和人口密度を C とすると、Logistic 曲線は式 (3-3-8) と同様に

$$\rho_i(x) = \frac{C}{1 + a e^{-bx}} \quad (4-3-9)$$

ここに $\rho_i(x)$: x 年度におけるゾーン i の人口密度

a, b, C : 正の定数

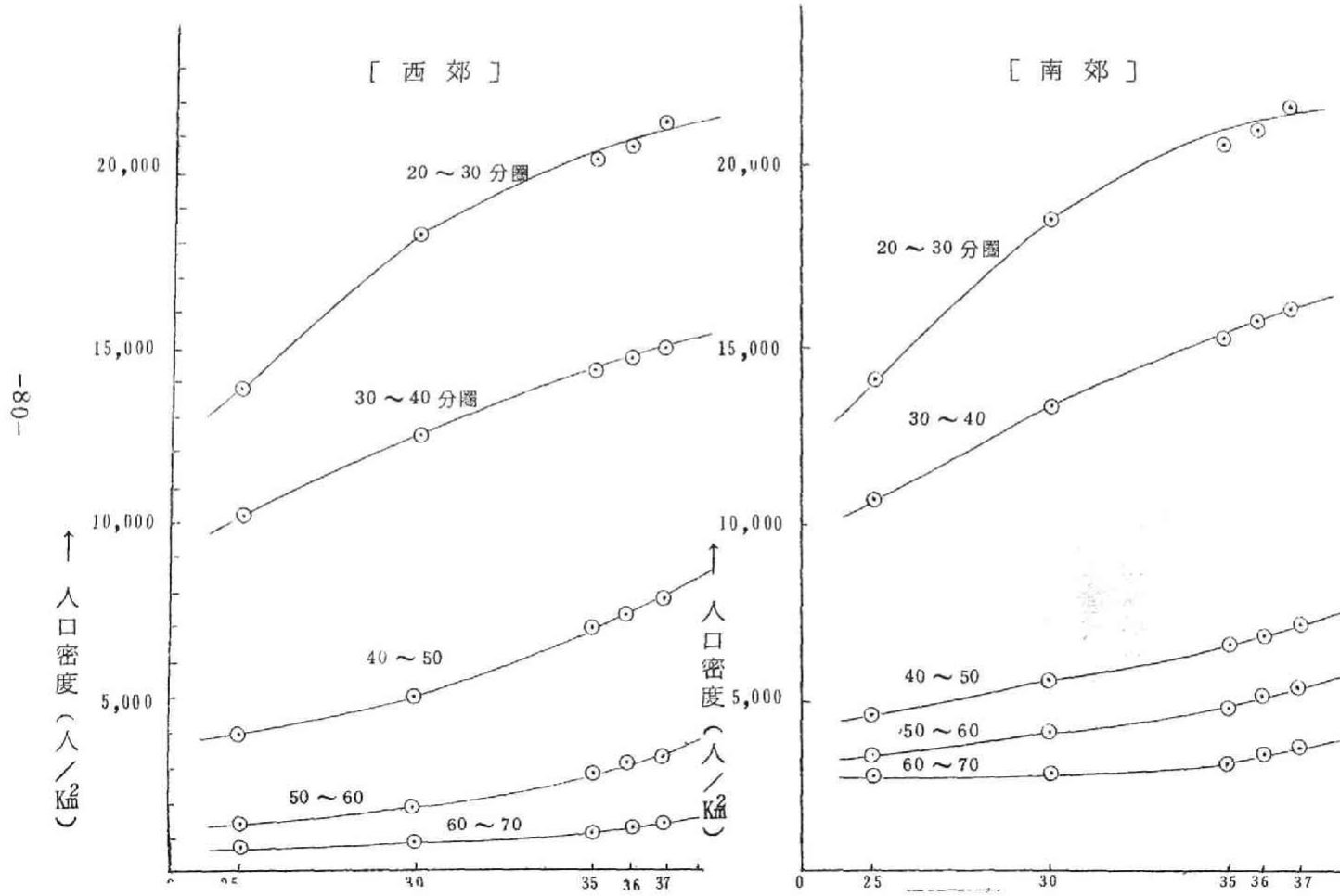
によつて表わされる。

したがつて、過去における人口密度の推移に関する調査データを用い、最小自乗法を Logistic 曲線に適用して式 (4-3-9) の定数 a, b, C を求め、将来における人口密度を推定することができる。

ただし、その場合に求められるゾーン別の将来の人口密度は、現在の土地利用条件・交通条件・生活環境条件などの現在までの傾向が将来も変化しないと仮定した場合の予測値である。

人口密度の成長過程について過去の多くのデータがえられる場合は、ここにのべたように最小自乗法を適用して飽和人口密度 C がえられる。しかし過

図 4-3-1 人口密度の成長過程（東京通勤圏）



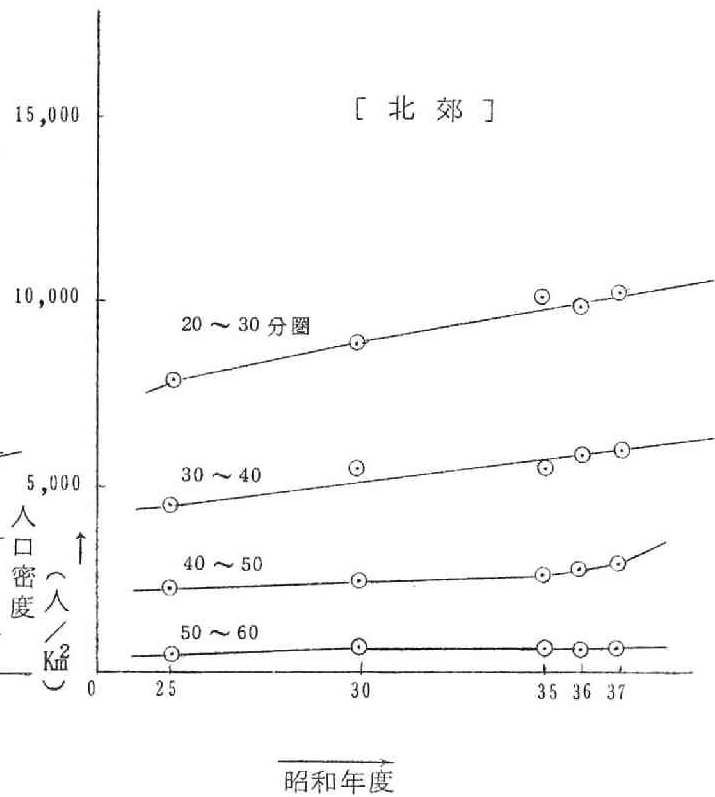
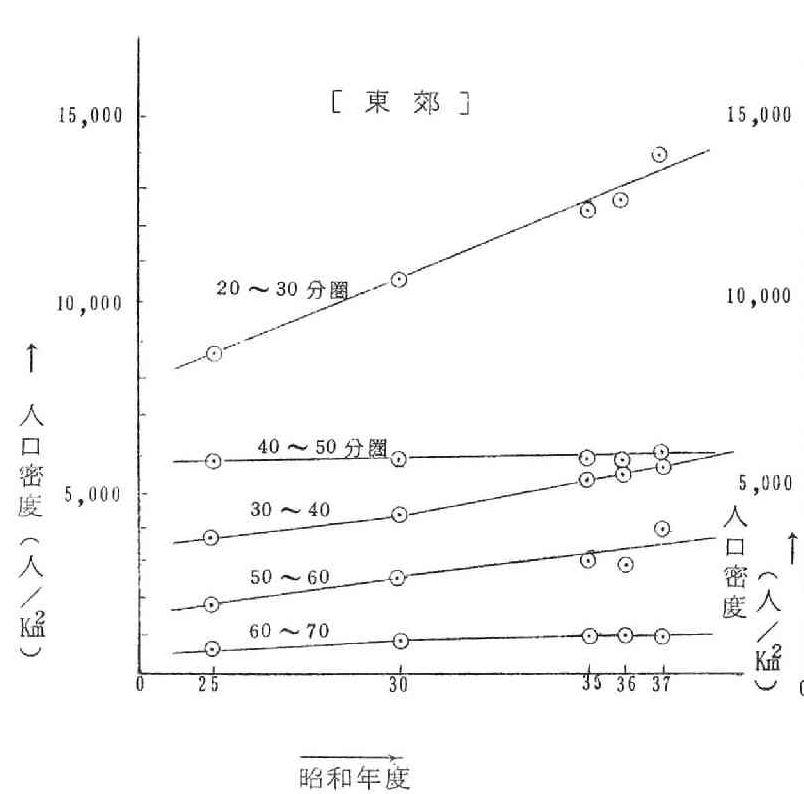
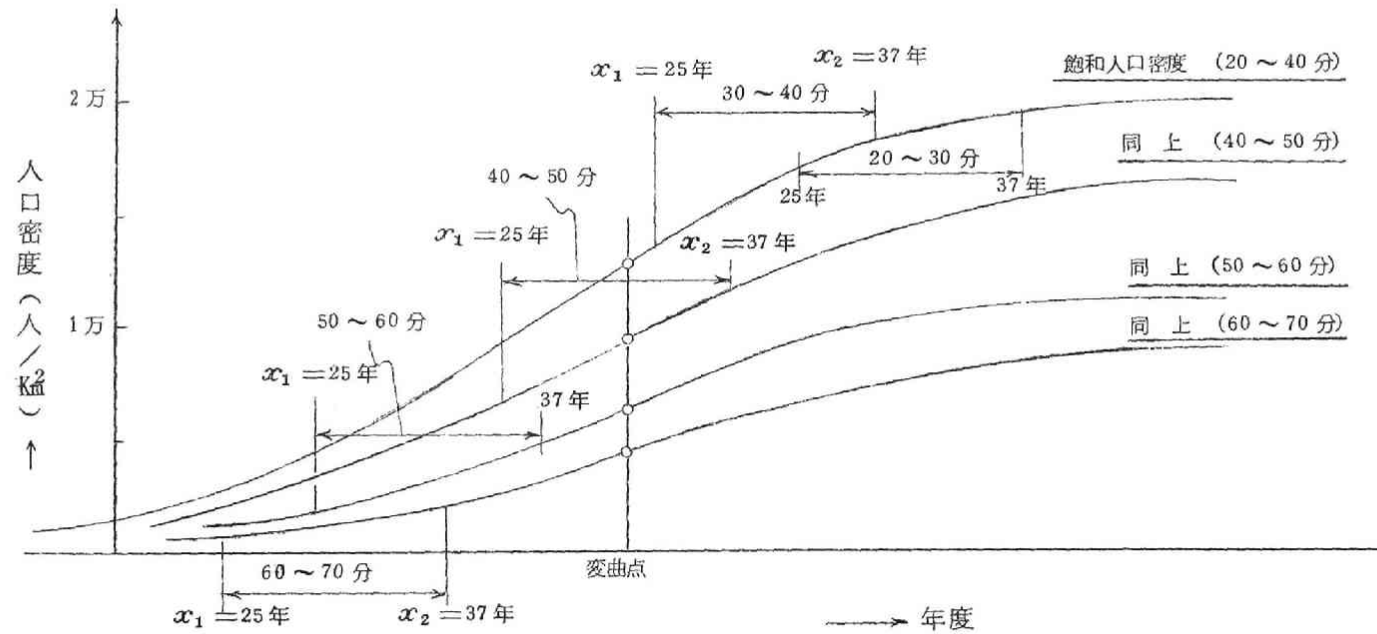


図 4-3-2 人口密度成長曲線のモデル (東京西郊)

4-20



去のデータがわずかしきえられない場合には、そのための計算の繁雑さに比して求められる定数 a , b , C はその信頼度に乏しい。したがって、わずかな過去のデータによつてパラメーターを求めるための近似的推定法の方がより有利な場合が多い。

この目的のもとに、すでにのべたように現在までの傾向が将来まで続くと仮定する場合、最小自乗法によらずに飽和人口密度を求めるためには、G. U. Yule の 3 点法¹⁵⁾ のほかに近似的方法が導かれている⁵⁾ のでこれについて説明する。

まず、式 (4-3-9) の 3 つのパラメーター a , b , C をきめるために、ゾーン i について任意の 3 つの年度における人口密度のデータすなわち年度 x_1 , x_2 , x_3 の人口密度 $\rho_i(x_1)$, $\rho_i(x_2)$, $\rho_i(x_3)$ によつて連立方程式をたてる。

すなわち、式 (4-3-9) より

$$-bx = \log_e \frac{1}{a} \left(\frac{C}{\rho_i(x)} - 1 \right) \quad (4-3-10)$$

であるから連立方程式は

$$\left. \begin{aligned} -bx_1 &= \log_e \frac{1}{a} \left(\frac{C}{\rho_i(x_1)} - 1 \right) \\ -bx_2 &= \log_e \frac{1}{a} \left(\frac{C}{\rho_i(x_2)} - 1 \right) \\ -bx_3 &= \log_e \frac{1}{a} \left(\frac{C}{\rho_i(x_3)} - 1 \right) \end{aligned} \right\} \quad (4-3-11)$$

いま $x_3 - x_2 = x_2 - x_1 = d$ とすると、式 (4-3-11) から

$$b \cdot d = \log_e \left(\frac{C}{\rho_i(x_1)} - 1 \right) - \log_e \left(\frac{C}{\rho_i(x_2)} - 1 \right)$$

$$b \cdot d = \log_e \left(\frac{C}{\rho_i(x_2)} - 1 \right) - \log_e \left(\frac{C}{\rho_i(x_3)} - 1 \right)$$

したがって

$$\left(\frac{C}{\rho_i(x_1)} - 1 \right) \cdot \left(\frac{C}{\rho_i(x_3)} - 1 \right) = \left(\frac{C}{\rho_i(x_2)} - 1 \right)^2$$

$$C = \frac{\frac{2}{\rho_i(x_2)} - \left(\frac{1}{\rho_i(x_1)} + \frac{1}{\rho_i(x_3)} \right)}{\frac{1}{\rho_i(x_2)^2} - \frac{1}{\rho_i(x_1)\rho_i(x_3)}} \quad (4-3-12)$$

すなわち、年度経過が等間隔である3つの年度についてそれぞれの人口密度が与えられれば、その3点を満足するLogistic曲線の飽和人口密度を式(4-3-12)によつて求めることができる。

いまこの式(4-3-12)により試算するため、

a) 対象地域：東京西郊の都心に対する時間距離 20 ～ 30 分圏、30 ～ 40 分圏および南郊の 30 ～ 40 分圏

b) データの年度：

(1) 昭和 25 , 30 , 35 年度

(2) 昭和 35 , 36 , 37 年度

の場合についてそれぞれのゾーンの飽和人口密度を試算すると表 4-3-1(1)(2)がえられた。

表 4-3-1 飽和人口密度推定計算表

(1)

| ゾーン 計算値 | S 30～40 | W 20～30 | W 30～40 |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ρ_{25} | 10,700 | 13,800 | 10,300 |
| ρ_{30} | 13,400 | 18,400 | 12,500 |
| ρ_{35} | 15,400 | 19,900 | 14,400 |
| $1/\rho_{25}$ | 9.35×10^{-5} | 7.25×10^{-5} | 9.71×10^{-5} |
| $1/\rho_{30}$ | 7.45×10^{-5} | 5.44×10^{-5} | 8.00×10^{-5} |
| $1/\rho_{35}$ | 6.50×10^{-5} | 5.02×10^{-5} | 6.94×10^{-5} |
| $1/\rho_{25}\rho_{35}$ | 60.8×10^{-10} | 36.4×10^{-10} | 67.4×10^{-10} |
| $1/\rho_{30}^2$ | 55.2×10^{-10} | 29.5×10^{-10} | 64.0×10^{-10} |
| 分子 | -0.95×10^{-5} | -1.39×10^{-5} | -0.65×10^{-5} |
| 分母 | -5.6×10^{-10} | -6.9×10^{-10} | -3.4×10^{-10} |
| C | 17,000 | 20,200 | 19,100 |

(2)

| 計算値 \ ゾーン | S 30~40 | W20~30 | W30~40 |
|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ρ_{35} | 15,400 | 19,900 | 14,400 |
| ρ_{36} | 15,800 | 20,900 | 14,900 |
| ρ_{37} | 16,200 | 21,500 | 15,100 |
| $1/\rho_{35}$ | 6.51×10^{-5} | 5.04×10^{-5} | 6.95×10^{-5} |
| $1/\rho_{36}$ | 6.32×10^{-5} | 4.78×10^{-5} | 6.73×10^{-5} |
| $1/\rho_{37}$ | 6.18×10^{-5} | 4.65×10^{-5} | 6.62×10^{-5} |
| $1/\rho_{35} \rho_{37}$ | 40.2×10^{-10} | 23.4×10^{-10} | 46.0×10^{-10} |
| $1/\rho_{36}^2$ | 39.9×10^{-10} | 22.8×10^{-10} | 45.3×10^{-10} |
| 分子 | -0.05×10^{-5} | -0.13×10^{-5} | -0.11×10^{-5} |
| 分母 | -0.3×10^{-10} | -0.6×10^{-10} | -0.7×10^{-10} |
| C | 16,700 | 21,700 | 15,700 |

データの年度として(1)・(2)の2種類により試算したCの値が相違する理由は、(1)の場合には第2次世界大戦後の経済復興期の特異な人口増加の影響が含まれており、また、(2)の場合では年度間隔が短いことによる推定誤差があることなどが原因となつていゝと考えられる。

この結果によつて飽和人口密度の近似値を推定すると、東京西郊30~40分圏の飽和人口密度はほぼ2万人/ km^2 程度であるということになり、このことは20~30分圏の人口密度がすでに現状で、2万人/ km^2 程度で横ばい状態であることから考えて一応妥当な値であると考えられる。

またここに試算した西郊の2つのゾーンだけでいゝば、30~40分圏の飽和人口密度は20~30分圏より小さくなつており、現在、および将来の交通施設の整備条件、生活環境施設の改善条件などによつて制約され、各ゾーンにより飽和人口密度に差を生じたものと考えられる。

§4 住居地地価の時間距離的分布に関する分析

ある近郊地域の人口・人口密度の増加は当然住宅需要の増加、したがつて

地価の高騰を招く大きな原因となるから、都市近郊の発展を考える場合、それをさまたげようとする制約条件として作用する地価高騰の影響を明らかにすることが必要になる。

また別の見方から、近郊地域の地価は、それぞれの地域の住居地としての価値の大きさ（効用）を示す1つのメジャーと考えることができる。²¹⁾²²⁾すなわち、ある地域の他地域に対する相対的な地価の変動要因のうちには、短期的・局部的なものもあるが、一般に土地需要の大勢は各地域の効用を反映し、需要と供給の均衡の上に、合理的な評価が行なわれるものと考えられる。換言すれば、長期的・普遍的にみた地価は郊外各地域の住居地としての価値に比例しているといえる。²³⁾

一般に近郊住宅地域の地価を左右する要素としては、つぎの諸条件をあげることができる。⁴⁾

| | |
|-------|---|
| 自然的条件 | 気候・風土・景勝・自然災害その他 |
| 社会的条件 | 交通条件……………都心に対する時間距離・運賃・混雑度、 乗換回数・その他 |
| | 基礎施設整備条件……………上下水道・ガス・道路・その他 |
| | 生活環境条件……………学校・商店街・公園・公害・その他 |

このうち住宅地としての地価を支配する比重は、住宅公団の調査によれば、自然的条件15.3%・交通条件62.0%・その他22.7%という結果が得られており、²⁴⁾交通条件の占める比重が圧倒的に大きいといえる。²⁵⁾

そこで本研究においては交通条件のみに着目することとし、そのうちでもとくに都心に対する時間距離と地価との関係、およびその年度別推移について分析することにより、東京近郊の発展過程の予測に関する理論のための基礎的資料がえられるものと考えられる。

まず東京近郊各町別地価の調査資料²⁶⁾²⁷⁾²⁸⁾から各駅勢圏別地価の加重平均値を年度別に算出し、この値から一例として中央線沿線の各駅勢圏別平均地価の推移を付図4-4-1に示す。

つぎにこれを都心までの到達時分と関係づけて図示したのが付図4-4-2である。

この図から、地価は所要時分の増加につれて指数関数的に減少し、また年度とともに距離にかかわらず、ほぼ一定の高騰傾向を示したことが推定される。

そこで、昭和 x 年における時間距離が t である駅勢圏の平均地価 $C_t(x)$ を次式であらわすものとする。

$$C_t(x) = C_0(x) e^{-a_x t} \quad (4-4-1)$$

ここに $C_0(x)$, a_x は x 年における定数
あるいは西郊の各駅の時間距離はいずれも 20 分以上であるから

$$C_t(x) = C_{20}(x) e^{-a_x(t-20)} \quad (4-4-2)$$

ここに $C_{20}(x) = C_0(x) e^{-20a_x}$
と表わすこともできる。

中央線について、最小自乗法を適用して $C_{20}(x)$ および a_x を求めると表 4-4-1(1)となり、 $C_{20}(x)$ は年とともに増大している。 a_x についても昭和 36 年度の調査サンプルからえられる数値以外についてはやはり増加傾向が認められる。

表 4-4-1(1) 地価指数関数の定数

| t | $C_{20}(x)$ | a_x |
|-----|--------------|--------|
| | 千円/3.3 m^2 | 1/分 |
| 30 | 16.2 | 0.0302 |
| 35 | 83.4 | 0.0426 |
| 36 | 100.4 | 0.0379 |
| 37 | 156.8 | 0.0489 |
| 38 | 222.5 | 0.0527 |

このことは、都心に対する時間距離が 20 分である沿線地域の住宅地としての平均地価が年とともに大きくなっていることとともに、時間距離方向への低減率が年とともに小さくなりつつあることを示している。

同様に東京西郊の小田急・京王・西武新宿・西武池袋の各路線に式(4-4-2)をあてはめて定数 $C_{20}(x)$, a_x を求め、表 4-4-1(2)をえた。この表

4-4-1(1)および(2)の値を式(4-4-2)に代入して、各沿線の地価を年度別に半対数方眼紙に図示すれば付図 4-4-3 となる。

この表 4-4-1(1) , (2)および付図 4-4-3 によつて年度別の各沿線地価の

表 4-4-1 (2) 地価指数関数の定数

| 線名 年度 | 小田急線 | | 京王線 | | 中央線 | | 西武新宿線 | | 西武池袋線 | |
|----------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
| | $C_{20}(x)$ | a_x | $C_{20}(x)$ | a_x | $C_{20}(x)$ | a_x | $C_{20}(x)$ | a_x | $C_{20}(x)$ | a_x |
| 30 | 33.3 | 0.0759 | 13.7 | 0.0299 | 16.2 | 0.0302 | 48.3 | 0.0629 | 27.7 | 0.0527 |
| 35 | 143.9 | 0.0567 | 104.7 | 0.0460 | 33.4 | 0.0426 | 133.0 | 0.0500 | 96.4 | 0.0482 |
| 36 | 190.5 | 0.0571 | 169.8 | 0.0553 | 100.4 | 0.0379 | 175.6 | 0.0469 | 141.7 | 0.0420 |
| 37 | — | — | 180.0 | 0.0435 | 156.8 | 0.0489 | 259.2 | 0.0512 | 278.4 | 0.0595 |
| 38 | 266.0 | 0.0612 | 245.6 | 0.0523 | 222.5 | 0.0527 | 480.3 | 0.0659 | 452.8 | 0.0711 |

注) $C_{20}(x)$, a_x の単位はそれぞれ 千円/3.3 m², 1/分

時間距離方向への減少傾向を知ることができる。すなわち、年度による a_x の変化を各路線別に図示すると付図 4-4-4 となり、一般に昭和 36 年頃に a_x の値が小さくなり、昭和 37 年・昭和 38 年に再び増大傾向が見られる。これは時間距離方向への地価の相対的な変化が昭和 36 年頃に小さくなり、その後再び増大する傾向を示したことを意味している。

また、表 4-4-1 (1), (2) からさらに時間距離 20 分の地点における昭和 x 年の平均地価 $C_{20}(x)$ が、各路線沿線とも年度の経過につれて著しく増加しつつあることがわかる。

その関係を半対数方眼紙上に図示すると、付図 4-4-5 となり、この図から $C_{20}(x)$ を x に関して指数関数であらわしうることがわかる。

たとえば中央線については

$$C_{20}(x) = 9.753 \times 10^{-4} e^{0.3235x}$$

となる。

$C_{20}(x)$ を変化させる要素は、物価指数の変化や、土地需要と供給のバランスの変化などの経済事象であり、東京近郊の場合には、限られた土地の供給に対して住宅地需要が著しく強いいため、表 4-4-1 (1), (2) に示すように $C_{20}(x)$ の値が急激に増大したといえる。

各鉄道路線沿線の地価が、今後においてももし式 (4-4-2) の高騰傾向をつづけるものと仮定すれば、付図 4-4-4 および 5 を将来に延長してえられ

る a_x , $C_{20}(x)$ の値を用いて任意の時間距離の土地の、任意の将来時点の地価を予測することができるという。

これによつてえられる将来の地価の分布は居住人口増加を制約する大きな要素となると考えられ、これを勘案して将来の都市近郊地域の人口密度分布を予測するための基礎的な指標を与えることができる。

§ 5 結 語

近年において、大都市の新たな夜間人口増加率の高い地域は都心からより遠くへと拡がり、都市外縁部の住居地域は著しい勢いで拡大しつつある。同時にこの住居地域の遠隔化は都心事業所地域に対する求心的な通勤交通流の増大に拍車をかけている。

本章においては都市近郊地域におけるこの現象のメカニズムを解明することを目的とし、近郊地域の人口分布の構成変化を把握するため、各ゾーンから都心事業所地域に到達するための通勤所要時分（すなわち都心に対する時間距離）と各地域の人口・人口密度との関係を分析する手法を提案した。これによつて、1つの都市における人口分布の構成変化、さらには都市域のひろがりの方向とテンポを巨視的・総合的に論ずることが可能となると考える。

つぎに1つの都市の例として、この方法を東京通勤圏の各ゾーンの人口に関する実績値に適用し、まず近郊地域の人口配置が、都心流入のための交通手段、とくに鉄道路線網の疎密によつて大きく支配されることを明らかにした。また、時間距離によつて分割された各ゾーンについて本章に示した人口に関する種々の指標を比較することにより、都市夜間人口の構成変化を巨視的に論じうることをのべた。さらに東京近郊において人口密度は都心に対する時間距離に関する指数関数によつて表わしうることを明らかにした。この人口密度の指数関数は、たとえば第5章において交通路線の勢力圏人口の予測に応用されるように、都市近郊におけるさまざまな人口分析のための基礎的な数式模型であるということができる。

また、人口密度の増加過程に成長曲線をあてはめることにより、都市近郊各地域の将来の飽和人口を予測しうることをのべ、これによつて土地利用計画、都市再開発計画において人口密度に関する1つの目標値がえられること

を示した。

さらに、都市近郊の人口分布の因となり果となつて密接な関係を有する地価についても、時間距離に関する分析を行なつた。すなわち、東京通勤圏においては、近郊地域の地価もまた人口密度分布と同様に、時間距離に関する指数関数によつて表わされることを明らかにし、これによつて東京近郊における将来の発展傾向を予測するための基礎的資料がえられた。

参 考 文 献

- 1) Duncan & Beverly : Factors in Work-Residence Separation, Wage and Salary Workers, Chicago, 1951.
American Sociological Review, 21, Feb. 1956, pp. 48 ~ 56.
- 2) L.F. Schnore : The Separation of Home and Work, A Problem for Human Ecology.
Social Forces, 32, May 1954, pp. 336 ~ 43.
- 3) 「通勤輸送構造の解析」に関する調査研究報告書。
1964年3月、日本科学技術連盟、第2章現象の数式模型とシミュレーション、
pp. 9 ~ 17.
- 4) 島田久吉：宅地評価に関する研究、市街地価形成の機構と宅地評価の実態、
昭35.3. 日本住宅公団建築部調査研究課、pp. 23 ~ 33, 46 ~ 50.
- 5) 青山吉隆：通勤輸送需要の増加傾向に関する統計的研究、
1965年3月、京都大学工学部土木工学教室卒業論文、No. 1909.
- 6) 首都圏における町名別人口面積調表、昭39.3. 国鉄東京工事局。
- 7) 首都圏における駅勢区域調表、同 上 同 上
- 8) 首都圏内各駅より東京駅までの到着時分調表、同 上 同 上
- 9) 首都圏内各駅の定期券発売枚数調表、同 上 同 上
- 10) 館 稔：形式人口学、昭35.6. 古今書院、第22章人口分布、pp. 464 ~ 467.
- 11) 都留重人監修訳：オスカー・ラング著、社会主義体制における統計学入門、
再版、1955. p. 196.
- 12) 前 掲 10) 第21章 人口増加、pp. 289 ~ 297.

- 13) 1950 年国勢調査最終報告書， 総理府統計局， p.62.
- 14) 篠崎吉郎・館 稔： *Population curve* の研究， 日本人口学会紀要 第2号， 1953.
- 15) 前 掲 10) 第21章 人口増加， pp. 297 ~ 319.
- 16) 館 稔： 人口分析の方法， 1963 年9月， 古今書院，
第2章 人口増加 pp. 78 ~ 94.
- 17) たとえば G.U.Yule： *The growth of population and the factors which control it*, Journ. Roy. Stat. Soc., Vol. 88, 1925.
L.J.Reed and R.Pearl： *On the summation of logistic curves*, Journ. Roy. Stat. Soc., Vol. 90, 1927.
- 18) 前 掲 10) 第21章 人口増加 pp.353 ~ 355.
- 19) R.Pearl and L.Reed： *On the rate of growth of the population of the United States since 1790 and its mathematical representation*, Proc. of the Nat. Acad. of Sciences., Vol.6 No.6 June 1920,
pp. 275 ~ 288.
- 20) 前 掲 5) pp.20 ~ 22.
- 21) 天野光三・中原清志： 通勤からみた都市近郊の効用について，
昭和39年度関西支部年次学術講演会講演概要，
昭39.11. 土木学会関西支部， pp. 131 ~ 132.
- 22) 吉谷 直： 住宅地価格について，
日本住宅公団職員研究論文集， 昭和37年度版， pp. 160 ~ 184.
- 23) 近藤久義： 団地建設による周辺地域の地価変動について，
同 上 昭和38年度版， pp. 207 ~ 228.
- 24) 前 掲 4) pp. 45 ~ 48.
- 25) 清水馨八郎： 大都市地域と交通との基本関係の地理学的研究，
1960.12 東京都企画室， 第3章地価と交通との関係， pp. 65 ~ 88.
- 26) 嶋田久吉： 大東京における地価の推移， 不動産研究・Vol.2 No.3.
- 27) 全国市街地物価指数(昭37.9末現在)， 日本不動産研究所.
- 28) 首都圏における町名別地価調表， 昭39.3. 国鉄東京工事局.
- 29) J.D.Herbert & B.H.Stevens： *A model for the Distribution of Residential Activity in Urban Areas*,

- Journal of Regional Science, Vol.2 No.2 1960, pp. 21 ~ 36.
- 30) E.Duncan & O.D.Duncan : The Measurement of Intra-City
Locational and Residential Patterns,
Journal of Regional Science, Vol.2 No.2 1960, pp. 37 ~ 54.
- 31) D.F.Marble : Transport Inputs at Urban Residential Sites,
Papers and Proceedings of the Regional Science Assoc.,
Vol. V. 1959, pp. 253 ~ 267.
- 32) J.Q.Stewart & W.Warntz : Physics of Population Distribution,
Journal of Regional Science, Vol.1 No.1 1959, pp. 99 ~ 123.
- 33) C.Clark : Urban Population Densities,
Bulletin of the International Statistical Institute. 36,
1957, pp. 60 ~ 90.
- 34) E.Boventer : The Relationship Between Transportation Costs and
Location Rent in Transportation Problems ,
Journal of Regional Science Vol.3 No.2 1961, pp. 27 ~ 40.
- 35) W.Alonzo : A General Theory of the Urban Land Market,
Papers and Proceedings of the Regional Science Assoc. Vol. VI, 1960.

第5章 交通路線勢力圏人口の形成に関する考察

§ 1 概 説

都市問題の根本的な解決のためには、総合的な再開発計画を通じて都市構造を望ましい姿に誘導するという施策が必要である。

本章ではそのための基礎的な分析を目的として、大都市近郊の発展と交通の関係を明らかにするため、人口・人口密度と都心への時間距離との関係について考察し、都市交通手段（とくに高速鉄道網）の整備条件が今後の近郊地域の人口・人口密度に及ぼす影響、ならびに各交通路線の将来の交通需要を推計するための手法について述べる。

まず大都市に対する人口集中を都市圏内でみると、夜間人口増加の分布は、第2章§2でのべたように、都心からの距離によつて大きな相違があり、大都市近郊の主として住宅地需要の増大に基因する地価の高騰によつて、新たな人口は都市周辺部および外縁部に集積して人口増加率の大きい地域が遠隔化していく傾向が認められる。

一方都心地域では、第3章§2にのべたように、昼間就業人口がますます増大し、都市近郊住宅地域と都心事業所地域を結ぶ一方向性の通勤交通需要を増加させる。

このように大都市の通勤交通に果している交通機関の役割は、反面、近郊地域の夜間人口を放射状交通路線沿線に集積させる結果となり、各地域から都心に至る所要時分（すなわち都心に対する各地域の時間距離）が夜間人口、さらにはその増加人口をも支配する大きな要素となつている。

このように都市近郊の住宅地は、都心に対する直線距離、あるいは経路延長距離ではなく、時間距離に大きく影響されている。

この点に着目し、本章では放射状交通路線網を有する場合のモデルについて各路線沿線人口と都心への時間距離との関係から、交通路線の速度向上が行なわれ、または新路線が開通した場合の勢力圏人口の変化、ひいては各路線の輸送需要の変化を予測する一方法を明らかにした。¹⁾

まず、§ 2 時間距離と人口密度分布の数式模型においては、都市近郊の人口密度が時間距離に関して指数関数的に減少していることをのべる。つぎにこの関数関係を応用して、§ 3 交通路線が都心に集中する場合、§ 4 交通路線が途中で分岐する場合、§ 5 相互接続点を有しない路線の場合のそれぞれについて、各交通路線勢力圏内人口を求める式を導いた。

さらにこれを利用し、§ 6 においては、いずれかの路線の他の路線に対する相対的な速度向上、または新路線の開通が行なわれた場合、それが誘因と考えられる沿線人口の今後の変化を予測する方法をのべ、§ 7 においてはこの手法を東京西郊の鉄道路線網に適用して、三の仮定のもとに将来の勢力圏人口を試算した。

§ 2 時間距離と人口密度分布の数式模型

本節においては、都市近郊の人口密度が都心に対する時間距離に関して指数関数的に減少していることをのべるが、それにさきだつて時間距離ではなく、平面的な直線距離との関係について分析した C.Clark の研究⁴⁾⁵⁾についてのべる。⁶⁾⁷⁾

C.Clark は世界のほとんどすべての都市について、時代のいかに問わず、都心からの距離が遠くなるにつれて人口密度が低下することを見い出した。その関係は指数関数であつて、人口密度を ρ 、都心からの直線距離を x とすれば

$$\rho = Ae^{-bx} \quad (5-2-1)$$

で表わされる。ここに定数 A は $x=0$ すなわち都心における理論上の人口密度である。 b は都市により、また時代によつて相違するが、第 4 章 § 2 にのべたように、都心から離れるにつれて人口密度がいかに低減してゆくかを示す定数であり、この b を決定する要因として、C.Clark は交通機関の整備条件が最も大きい影響をもつとして重要視すべきことをのべている。そうして、表 5-2-1 に示す計 53 の世界の大都市について定数 A と b を計算し、都市の近代化が進むにつれて一般に定数 b の値が表 5-2-2 のように小さくなる傾向を指摘している。⁵⁾

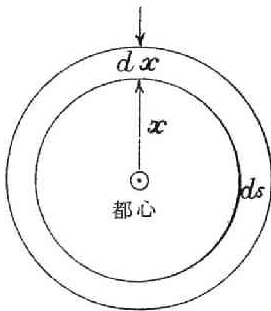
表 5-2-1 試算対象都市数

| | |
|-------|----|
| ア ジ ア | 9 |
| オセアニア | 6 |
| イギリス | 6 |
| ヨーロッパ | 8 |
| U S | 24 |
| 計 | 53 |

表 5-2-2 定数 b の試算値

| | | |
|--------|------------|------------|
| ロンドン | 1.26(1801) | 0.20(1951) |
| シカゴ | 0.60(1880) | 0.18(1950) |
| ニューヨーク | — | 0.17(") |
| 名古屋 | — | 0.44(") |
| 岡山 | — | 2.12(") |
| 大阪 | — | 0.20(") |
| 東京 | — | 0.21(") |

図 5-2-1 都市域のモデル



さらにこの関係を応用し、都市の総人口 P を求める式が提案されている⁵⁾ので簡単に説明する。

図 5-2-1 は都心地域を中心として円形に拡がった都市のモデルを示す。半径 x および $(x + dx)$ の 2 つの同心円にはさまれた面積を ds とし、その居住人口を dP とすれば

$$\begin{aligned} dP &= \rho_{(x+dx)} ds \\ ds &= \pi (x + dx)^2 - \pi x^2 \div 2\pi x dx \end{aligned} \quad (5-2-2)$$

また式 (5-2-1) から

$$\rho_{(x+dx)} = A e^{-b(x+dx)}$$

Taylor 展開して

$$e^{-b(x+dx)} = e^{-bx} - \frac{1}{b} e^{-bx} dx + \dots$$

したがって

$$dP = A (2\pi x e^{-bx} dx - 2\pi x \frac{1}{b} e^{-bx} dx^2 + \dots)$$

dx^2 以下の項を無視すると

$$\begin{aligned}
 dP &= 2\pi A x e^{-bx} dx \\
 P &= 2\pi A \int_0^{\infty} x e^{-bx} dx \\
 &= 2\pi A \left\{ \left[-\frac{e^{-bx}}{b} x \right]_0^{\infty} + \int_0^{\infty} \frac{e^{-bx}}{b} dx \right\} \\
 &= 2\pi A \left\{ -\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x}{b e^{bx}} + \left[-\frac{e^{-bx}}{b^2} \right]_0^{\infty} \right\}
 \end{aligned}$$

ここに $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x}{b e^{bx}} = 0$ であるから

$$P = 2\pi A \left[-\frac{1}{b^2} e^{-bx} \right]_0^{\infty} = 2\pi A b^{-2} \quad (5-2-3)$$

この式は都市人口の郊外化 (suburbanization) の問題に適用されるが、現実の都市人口にくらべて過大な値を与える可能性がある点が指摘されている。⁵⁾ その理由の1つは式 (5-2-1) における都心の人口密度 A は、実際の都心における人口密度より大であることが多い点であり、第2には都市の発達は図 5-2-1 に示すように各方向に一様ではなく、山や川の地形が部分的にその発達をさまたげているからである。

本章 § 3 以下においては、ここにのべたように、ある領域に対して人口密度 ρ を積分することによつて領域内人口を求める考え方を応用する。ただし都心に対する直線距離ではなく都心に対する時間距離によつて表わされる人口密度分布の指数関数を適用するとともに、都市の全域の場合の上記のべた2つの欠陥を除去して放射状交通路線の勢力圏人口を求める方法論を展開する。

一般に都市近郊の任意の地区から1つの目的地に通勤する場合、のちに第7章 § 1 にのべるように、それぞれのルートの輸送条件を考慮し、そのうち最も有利と判断するルートがそれぞれの通勤者によつて選ばれる。⁸⁾⁹⁾ しかし、このうち所要時分の影響の比重が大きく、都市近郊の人口密度は第4章 § 2 で明らかにしたように、一般に都心に対する時間距離に関して指数関数的に減少している。

そこで式(5-2-1)の代わりに人口密度 ρ を時間距離 t の関数とし、

$$\rho(t) = A e^{-Bt} \quad (5-2-4)$$

ここに t : 都心に対する時間距離

$\rho(t)$: 時間距離が t である近郊地区の人口密度

A, B : 定数

とおく。一例として、東京西郊の西武池袋線、同じく新宿線・国鉄中央線・小田急線・京王線の沿線について、その近郊各駅から東京駅に対する時間距離 10 分ごとのブロックを単位として、そのそれぞれの人口密度の過去の推移から定数 A, B および標本相関係数 r を求めると、表 5-2-3 のようになり、各年度とも時間距離に対してはなほ高い相関性をもっていることがわかる。

そこで、以下本文では都市近郊における人口密度分布のマクロ的な把握を主眼とし、駅勢圏の形成に関する諸条件のうち最も大きく影響する時間距離のみをとりあげることとして、つぎのそれぞれの場合の放射状都市鉄道路線の勢力圏人口を求める。

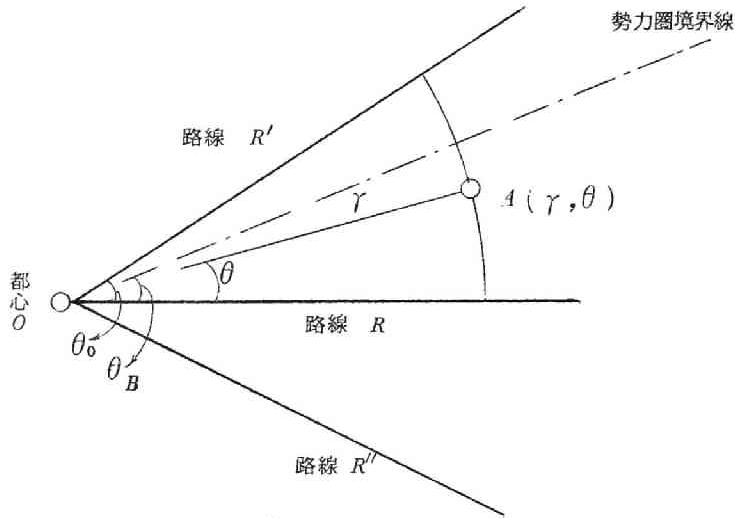
表 5-2-3 人口密度指数関数の定数

| 年 度 | A | B | 相関係数 |
|------|---------|---------|----------|
| 昭 25 | 75,736 | 0.06585 | -0.97078 |
| 30 | 107,918 | 0.06839 | -0.98105 |
| 35 | 116,520 | 0.06516 | -0.98657 |
| 36 | 121,590 | 0.06493 | -0.98795 |
| 37 | 121,845 | 0.06392 | -0.98808 |

§ 3 交通路線が都心に集中する場合

図 5-3-1 に示すモデルにおいて、極座標上の位置 (r, θ) にある住居地 A から目的地 O に通勤する場合、放射状交通路線 R または R' を利用する場合のそれぞれの時間距離 t, t' を次式と仮定する。

図 5-3-1 放射状交通路線が都心に集中するモデル



$$\left. \begin{aligned} t &= \frac{r}{v} + \frac{r \cdot \theta}{u} \\ t' &= \frac{r}{v'} + \frac{r (\theta_0 - \theta)}{u'} \end{aligned} \right\} \quad (5-3-1)$$

ここに θ_0 : 放射状交通路線 R と R' の間の角度
 v, v' : 交通路線 R, R' のそれぞれの平均表定速度
 u, u' : 住居地 A から路線 R, R' に到るそれぞれの平均速度

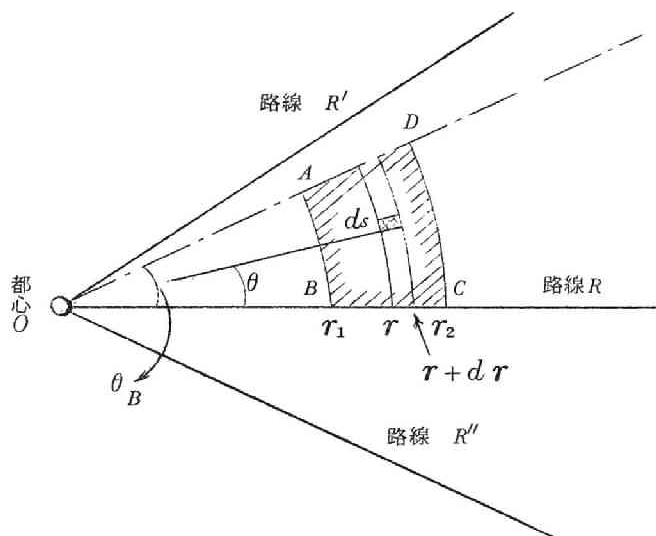
時間距離からみた路線 R, R' の勢力圏の境界線が路線 R となす角 θ_B は $t = t'$ とおいてつぎのように求められる。

$$\theta_B = \left(\frac{v - v'}{v v'} + \frac{\theta_0}{u'} \right) \frac{u u'}{u + u'} \quad (5-3-2)$$

いま $v' = k_v v$, $u' = k_u u$ とおくと

$$\theta_B = \frac{1}{1 + k_u} \left\{ \frac{u}{v} k_u \left(\frac{1}{k_v} - 1 \right) + \theta_0 \right\} \quad (5-3-3)$$

すなわち、 θ_0 の角度をなす 2 つの交通路線について、速度比 $k_v = v'/v$, $k_u = u'/u$ および u/v によつて等時間距離線すなわち勢力圏の境界を知ることができる。

図 5-3-2 路線 R の勢力圏の領域

同様に、 v''/v 、 u''/u がわかれば図 5-3-1 における交通路線 R と R'' の間の境界角度 θ'_B をも知ることができる。

まず図 5-3-2 に示すように、都心から放射状に伸びている交通路線のうち、路線 R の勢力圏の境界線が路線 R の側に、 θ_B の角度をなしているものとする。

この勢力圏内の任意の微小面積 dS は図 5-3-2 において

$$dS = r d\theta dr$$

都心 O に対する dS の路線 R による時間距離 t は

$$t = \frac{r}{v} + \frac{r\theta}{u}$$

したがって時間距離が t である dS 内の人口 $dP(t)$ はつぎのように表わせる。¹⁰⁾

$$\begin{aligned} dP(t) &= \rho(t) dS \\ &= A e^{-Bt} r d\theta dr \end{aligned}$$

$$= A e^{-B \left(\frac{r}{v} + \frac{r\theta}{u} \right)} r d\theta dr \quad (5-3-4)$$

都心 O からの直線距離が r_1 から r_2 までの区間の夜間人口 $P_{r_1 \sim r_2}$ は

$$P_{r_1 \sim r_2} = \int_0^{\theta_B} \int_{r_1}^{r_2} A e^{-B \left(\frac{r}{v} + \frac{r\theta}{u} \right)} r d r d \theta \quad (5-3-5)$$

$$= \frac{A u v}{B^2} \left[K \left\{ e^{-B \left(\frac{1}{v} + \frac{\theta_B}{u} \right) r_2} - e^{-B \left(\frac{1}{v} + \frac{\theta_B}{u} \right) r_1} \right\} \right. \\ \left. - \left(e^{-B \frac{r_2}{v}} - e^{-B \frac{r_1}{v}} \right) \right] \quad (5-3-6)$$

ここに

$$K = \frac{u}{u + v \theta_B}$$

また

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{1}{v} + \frac{\theta_B}{u} \right) r_2 &= T_2, & \frac{r_2}{v} &= T_{02} \\ \left(\frac{1}{v} + \frac{\theta_B}{u} \right) r_1 &= T_1, & \frac{r_1}{v} &= T_{01} \end{aligned} \right\} \quad \text{とおけば}$$

$$P_{T_{01} \sim T_{02}} = \frac{A u v}{B^2} \left\{ K \left(e^{-B T_2} - e^{-B T_1} \right) - \left(e^{-B T_{02}} - e^{-B T_{01}} \right) \right\} \quad (5-3-7)$$

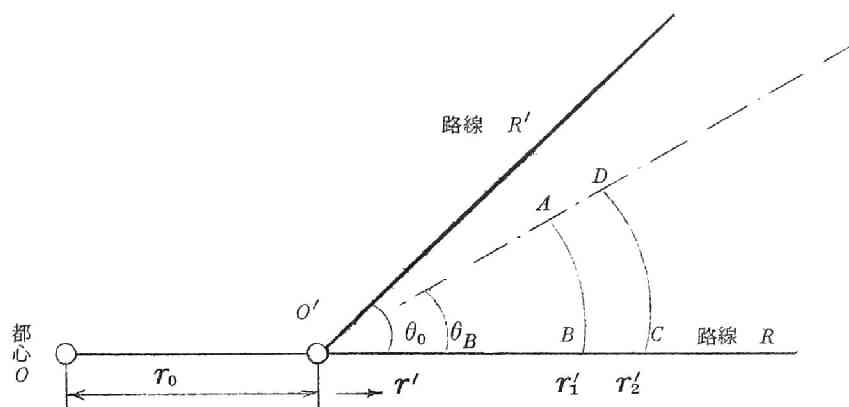
ここに T_1, T_2, T_{01}, T_{02} は図 5-3-2 における A, D, B, C のそれぞれの地点の都心に対する時間距離である。同様に、図 5-3-2 における路線 R'' 側の勢力圏についても式 (5-3-6), (5-3-7) によつて $P_{r_1 \sim r_2} \cdot P_{T_{01} \sim T_{02}}$ をもとめることができ、これと R' 側との合計が路線 R の勢力圏内人口となる。

§ 4 交通路線が中間で分岐する場合

さきのモデルにおいては、都心から放射状にのびる交通路線網について考えた。しかし、たとえば高速鉄道路線について考えると、都心まで乗り入れず環状線上に終端駅をもつものも多く、また一般には路線が都心に近づくにつれて線形が彎曲し、勢力圏の両側の境界線の交点 O' と実際の都心 O とが

一致しない。

図 5-4-1 放射状路線が分岐するモデル



しかし沿線地域の人口密度分布はすでに述べたように、都心からの時間距離にもとずいて形成され则认为られる。そこでこの場合に対しては図 5-4-1 のモデルのように、 O' を原点とする極座標 (r', θ) をとれば、境界角度 θ_B は § 3 と同様に式 (5-4-1) によつて求められる。

$$\theta_B = \left(\frac{v-v'}{v v'} + \frac{\theta_0}{u'} \right) \cdot \frac{u u'}{u+u'} \quad (5-4-1)$$

この θ_B により、 $A B C D$ の地域内の人口 $P_{r'_1 \sim r'_2}$ は $r'/v = t'$, $r_0/v = t_0$ とすれば

$$P_{r'_1 \sim r'_2} = \int_0^{\theta_B} \int_{r'_1}^{r'_2} A e^{-B(t_0+t')} r' d\theta dr' \quad (5-4-2)$$

$$\begin{aligned} &= \int_0^{\theta_B} \int_{r'_1}^{r'_2} A e^{-B(\frac{r_0}{v} + \frac{r'}{v} + \frac{r'\theta}{u})} r' d\theta dr' \\ &= \frac{A u v}{B^2} e^{-B \frac{r_0}{v}} \left\{ K \left(e^{-B(\frac{1}{v} + \frac{\theta_B}{u})} r'_2 - e^{-B(\frac{1}{v} + \frac{\theta_B}{u})} r'_1 \right) \right. \\ &\quad \left. - \left(e^{-B \frac{r'_2}{v}} - e^{-B \frac{r'_1}{v}} \right) \right\} \quad (5-4-3) \end{aligned}$$

$$\text{ここに } K = \frac{u}{u + v \theta_B}$$

また式 (5-3-7) と同様に

$$P_{T_{01} \sim T_{02}} = \frac{A u v}{B^2} e^{-B t_0} \left\{ K \left\{ e^{-B (T_2 - t_0)} - e^{-B (T_1 - t_0)} \right\} \right. \\ \left. - \left\{ e^{-B (T_{02} - t_0)} - e^{-B (T_{01} - t_0)} \right\} \right\} \quad (5-4-4)$$

ここに

$$t_0 = \frac{r_0}{v} \quad \dots\dots O \text{ から } O' \text{ までの時間距離}$$

$$T_{01} = \frac{r'_1}{v} + t_0 \quad \dots\dots O \text{ から } B \text{ までの時間距離}$$

$$T_{02} = \frac{r'_2}{v} + t_0 \quad \dots\dots O \text{ から } C \text{ までの時間距離}$$

$$T_1 = \frac{r'_1}{v} + \frac{r'_1 \theta_0}{u} + t_0 \quad \dots\dots O \text{ から } B \text{ を経て } A \text{ までの時間距離}$$

$$T_2 = \frac{r'_2}{v} + \frac{r'_2 \theta_0}{u} + t_0 \quad \dots\dots O \text{ から } C \text{ を経て } D \text{ までの時間距離}$$

式 (5-3-6・7) と同様に、式 (5-4-3・4) により相対的な速度変化が勢力圏人口に及ぼす影響を求めることができる。

なお式 (5-4-3) において $r_0 = 0$, $r'_1 = r_1$, $r'_2 = r_2$ とおいて式 (5-3-6) がえられ、また式 (5-4-4) において $t_0 = 0$ では式 (5-3-7) がえられる。

§ 5 相互接続点を有しない路線の場合

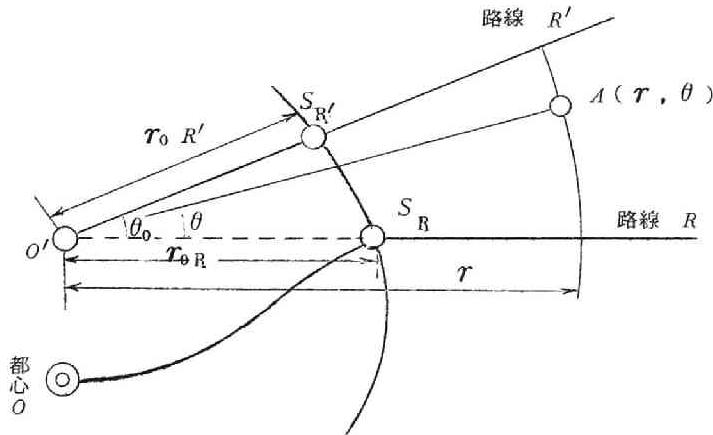
たとえば都市における高速鉄道路線が都心まで乗り入れず環状線上に終端駅をもつ場合には、乗換えを要するため、都心に直通する路線にくらべて通常所要時分に大きな差を生ずることとなる。すなわち図 5-5-1 において、路線 R' は $S_{R'}$ 駅が終端駅となつているため、この $S_{R'}$ 駅到着ののちに都心 O に到着するには乗換えを含めてかなりの時分を要するが、路線 R は S_R 駅を経由して都心 O に直通できるとすれば、 S_R 駅から都心 O までの所要時分は当然小さくなる。

任意の居住地 A { O' を原点として (r, θ) } から都心 O に通勤する場合、

放射状交通路線 R 、または R' を利用する場合のそれぞれの所要時分 t 、 t' は、式 (5-4-1) と同様に次式となる。

$$\left. \begin{aligned} t &= \frac{r - r_{0R}}{v} + \frac{r\theta}{u} + t_R \\ t' &= \frac{r - r_{0R'}}{v'} + \frac{r(\theta_0 - \theta)}{u'} + t_{R'} \end{aligned} \right\} \quad (5-5-1)$$

図 5-5-1 放射状路線が相互接続点を有しないモデル



ここに θ, v, v', u, u' は式 (5-3-2) と同じである。 $t_R, t_{R'}$ は都心 O からそれぞれ $S_R, S_{R'}$ までの時間距離、 $r_{0R}, r_{0R'}$ は O' からそれぞれ $S_R, S_{R'}$ までの直線距離である。

この場合、時間距離からみた両路線の勢力圏の境界が路線 R となす角 θ_{Br} を求めるため、 $t = t'$ において

$$\theta_{Br} = \left\{ \frac{(r - r_{0R'})v - (r - r_{0R})v'}{vv'} + t_{R'} - t_R + \frac{r\theta_0}{u'} \right\} \frac{uu'}{r(u + u')} \quad (5-5-2)$$

$$\left. \begin{aligned} r_{0R} &= r_{0R'} = r_0 \\ u &= u' \end{aligned} \right\} \text{とおくと}$$

$$\theta_{Br} = \frac{u}{2r} \left\{ \left(\frac{v - v'}{vv'} + \frac{\theta_0}{u} \right) r + \left(t_{R'} - t_R - \frac{v - v'}{vv'} r_0 \right) \right\} \quad (5-5-3)$$

さらに

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{v-v'}{v v'} + \frac{\theta_0}{u} \\ b &= t_{R'} - t_R - \frac{v-v'}{v v'} r_0 \\ \theta_r &= \frac{u}{2} \left(a + \frac{b}{r} \right) \end{aligned} \right\} \text{とおくと}$$

$$(5-5-4)$$

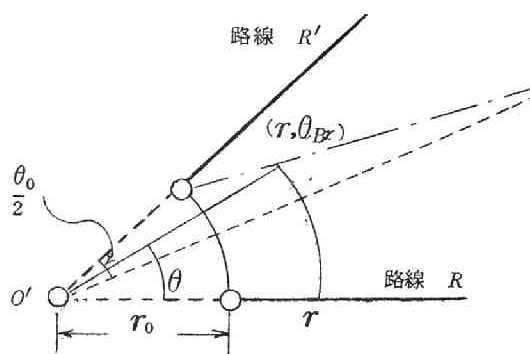
ここに a は u と θ_0 、 b は $(t_{R'} - t_R)$ と r_0 に関する項であり、いずれも v 、 v' によつて変化する。この r と θ の関係をわかりやすくするため、式 (5-5-3) においてさらに $v=v'$ とおくと

$$\theta_{Br} = \frac{u}{2r} (t_{R'} - t_R) + \frac{\theta_0}{2}$$

となつて、図 5-5-2 のよ

うに、時間距離の境界点は r が ∞ では $\theta_0/2$ に近くなるが、小さくなるにつれて、 $t_{R'} - t_R$ の影響が大きくなり、 θ が $\theta_0/2$ からずれるように変化することがわかる。

図 5-5-2 $v=v'$ の場合の r と θ の関係



さて式 (5-5-3) の場合について、図 5-5-3 に示す路線 R と路線 R' の交点 O' からの距離が r_1 から r_2 までの沿線人口は、同様に次式によつて求められる。すなわち都心 O から (r, θ) に位置する dS までの路線 R による所要時分 t は

$$t = t_R + \frac{r-r_0}{v} + \frac{r\theta}{u}$$

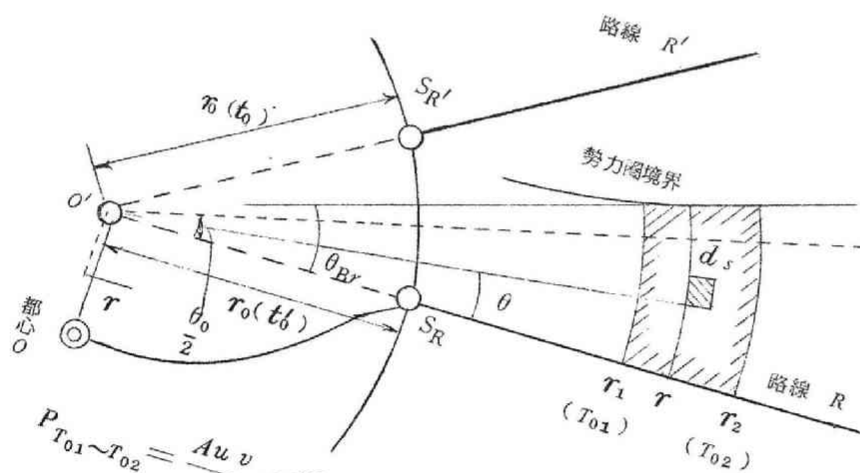
であり、また勢力圏は θ が r によつて、 0 から $\frac{u}{2} \left(a + \frac{b}{r} \right)$ に変化し、また r は r_1 から r_2 までであるから

$$P_{r_1 \sim r_2} = \int_{r_1}^{r_2} \int_0^{\frac{u}{2} \left(a + \frac{b}{r} \right)} A e^{-B \left(t_R + \frac{r-r_0}{v} + \frac{r\theta}{u} \right)} r d\theta dr \quad (5-5-5)$$

$$= \frac{A u v}{B^2} e^{-B t_R} \cdot e^{B \frac{r_0}{v}} \left\{ \frac{e^{-B \frac{b}{2}}}{K'} \left\{ e^{-B \frac{r_2}{v} K'} - e^{-B \frac{r_1}{v} K'} \right\} \right. \\ \left. - \left\{ e^{-\frac{B}{v} r_2} - e^{-\frac{B}{v} r_1} \right\} \right\}$$

$$K' = 1 + \frac{v a}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{v}{v'} + \frac{1}{K} \right)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\tau_1}{v} &= T'_{01}, \quad T'_{01} = T_{01} - (t_R - t_0) = T_{01} - \bar{t}_0 \\ \frac{\tau_2}{v} &= T'_{02}, \quad T'_{02} = T_{02} - (t_R - t_0) = T_{02} - \bar{t}_0 \end{aligned} \right\} \text{と} \text{お} \text{い} \text{て}$$



$$P_{T_{01} \sim T_{02}} = \frac{A u v}{B^2} e^{-B \bar{t}_0} \left\{ \frac{e^{-B \frac{b}{2}}}{\bar{K}'} \left\{ e^{-B K'} (T_{02} - \bar{t}_0) - e^{-B K'} (T_{01} - \bar{t}_0) \right\} \right. \\ \left. - \left\{ e^{-B (T_{02} - \bar{t}_0)} - e^{-B (T_{01} - \bar{t}_0)} \right\} \right\}$$

ここに

T_{01}, T_{02} : 都心 O から S_R を経て、 O' からの距離がそれぞれ r_1, r_2 である地点までの実際の時間距離

T'_{01}, T'_{02} : O' から速度 v によつて O' からの距離がそれぞれ r_1, r_2 である地点までの架空の時間距離

\bar{t}_0 : $O \rightarrow S_R$ 間の実際の時間距離 t_R から、 $O' \rightarrow S_R$ 間の架空時間距離 t_0 を減じたもの

また式中の b は時間距離により

$$b = (t_R - t'_R) - (t'_0 - t_0)$$

によつて表わすこともできる。ここに t'_R は $O \rightarrow S'_R$ 間の実際の時間距離、 t'_0 は速度 v' による $O' \rightarrow S'_R$ 間の架空の時間距離である。

§ 6 路線沿線人口増加の予測

以上にのべた式 (5-3-6), (5-3-7), (5-4-3), (5-4-4), および (5-5-6), (5-5-7), をもちいて、鉄道路線、バス路線の速度が相対的に変化する場合の各路線勢力圏人口の変化を予測することができる。たとえば、放射状路線が都心に集中する場合のモデルについて、図 5-3-1 における路線 R の速度 v が v^* に増加する場合、路線 R による (r, θ) の地点までの到達時分 t は次式の t^* に短縮される。

$$t^* = \frac{r}{v^*} + \frac{r \cdot \theta}{u}$$

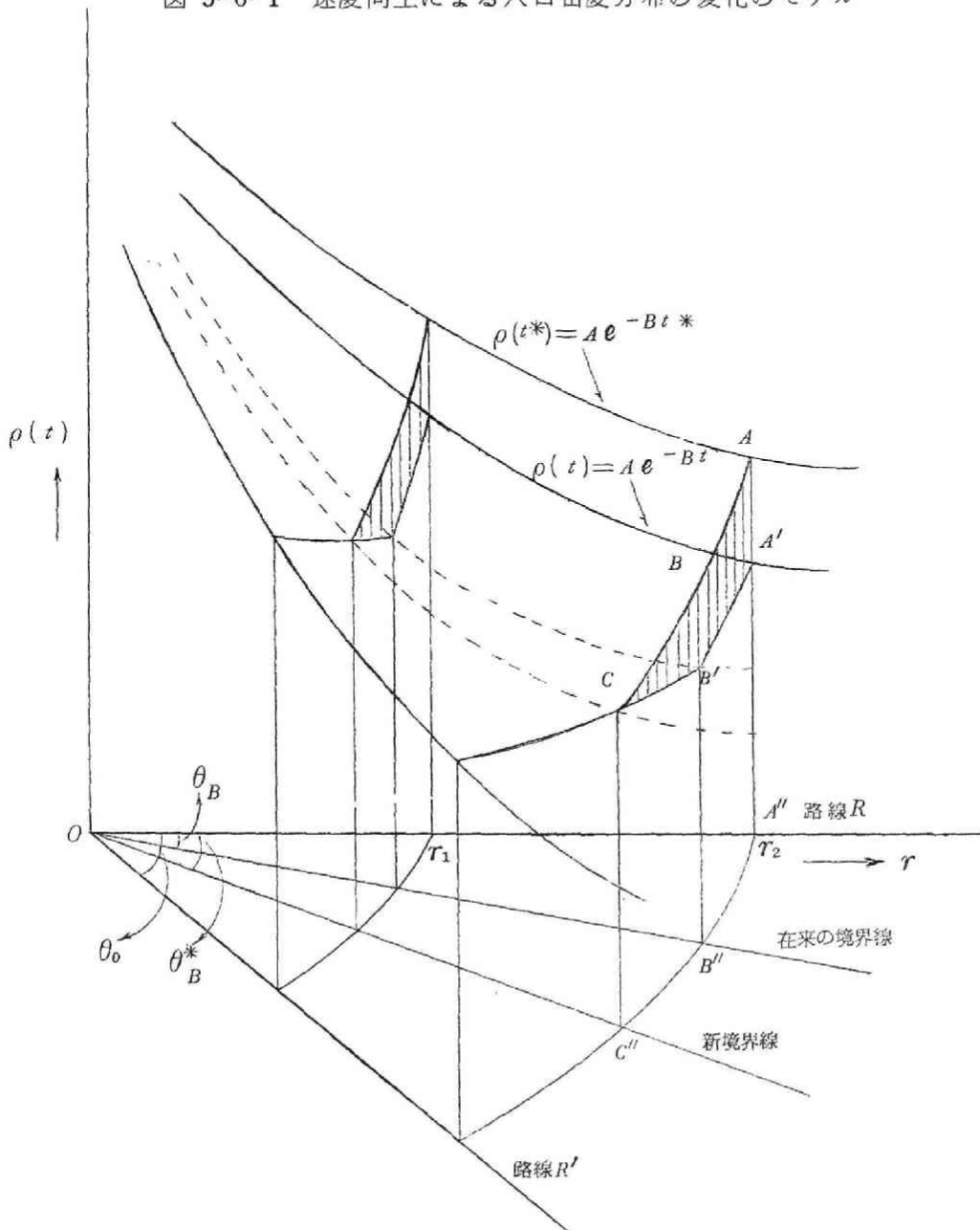
したがつて、 $t^* = t'$ において θ_B^* を求めると、図 5-6-1 のように路線 R の勢力圏が路線 R' の方向に拡大することがわかる。

さらにこの θ_B^* によつて、路線 R の勢力圏内人口 $P_{r_1 \sim r_2}^*$ を求めると、

$$\begin{aligned} P_{r_1 \sim r_2}^* &= \int_0^{\theta_B^*} \int_{r_1}^{r_2} A e^{-B \left(\frac{r}{v^*} + \frac{r \theta}{u} \right)} r dr d\theta \\ &= \int_{\theta_B^*}^{\theta_B} \int_{r_1}^{r_2} A e^{-B \left(\frac{r}{v^*} + \frac{r \theta}{u} \right)} r dr d\theta \end{aligned}$$

$$+ \int_0^{\theta_B} \int_{r_1}^{r_2} A e^{-B \left(\frac{r}{v^*} + \frac{r\theta}{u} \right)} r dr d\theta \quad (5-6-1)$$

図 5-6-1 速度向上による人口密度分布の変化のモデル



となり、この式の第1項により路線 R' の勢力圏から路線 R へ転移する勢力圏内の人口（図において $B'CC''B''$ に相当する）、および第2項から $P_{r_1 \sim r_2}$ を減ずることにより速度向上に起因する路線 R の在来からの勢力圏内増加人口（ $ABB'A'$ に相当する）を求めることができる。

ただし、ここにのべる勢力圏内人口は、人口密度分布の指数関数の定数 A , B を一定とすれば、その時点において時間距離の短縮がすでに実現していることが前提となつている。したがつて、現実完成する時点までの自然増の影響を加算するためには、相対的な速度変化の実現する目標時点における人口密度の指数関数の定数 A^* , B^* を推定し、式5-6-1において A , B のかわりにこの値をとればよい。

この将来における指数関数の定数 A^* , B^* を推定するための簡単な方法としては、表5-2-3に示す定数 A , B を年度 x の関数として傾向曲線を見出し、その過去の推移を将来に延長することが考えられる。さらに理論的な推定のためには、都心に対する時間距離が t である近郊地域における人口密度の過去の推移を Logistic 曲線¹¹⁾ や Gompertz 曲線¹²⁾ のような成長曲線にあてはめ、人口密度を次式のように年度 x および時間距離 t の関数として取り扱うことが考えられる。

$$\rho(t, x) = \frac{C(t)}{1 + a(t)e^{-b(t)x}} \quad (5-6-2)$$

または

$$\rho(t, x) = k(t)g(t)^{C(t)x} \quad (5-6-3)$$

しかし、必ずしも A^* , B^* を知らなくても、勢力圏人口の予測が可能とするのはつぎの理由による。すなわち図5-6-1において斜線を付した範囲の人口密度増加は、

$$\rho(t) = Ae^{-Bt}$$

によつてあらわされる人口密度分布の均衡が路線 R の速度向上によつて破れるため、他の地域とくらべて相対的に人口密度が低くなることを意味し、この条件の向上がそのまま沿線に人口を誘引する要因となると考えられる。

したがって、路線 R を速度向上して、ある期間ののちには、その路線の勢力圏人口は式 (5-6-1) のように増加するものと考えることができ、これによつて交通手段の整備に基因する都市近郊の発展や、各鉄道路線の輸送需要の誘発効果を予測することができると思う。

一般的には式 (5-5-6) あるいは式 (5-5-7) により、式 (5-6-1) と同様に相対的な速度変化がそれぞれの鉄道路線の勢力圏人口に及ぼす影響を予測することができる。

一例として、路線 R の改良により v が v^* に増加し、 t_R が t_R^* に減少された場合の計算手順をつぎに示す。

$$(1) \quad a^* = \frac{v^* - v'}{v^* v'} + \frac{\theta_0}{u}, \quad b^* = t_R^* - t_{R'} - \frac{v^* - v}{v^* v'} r_0 \quad \text{を計算}$$

$$(2) \quad K'^* = 1 + \frac{v^* a^*}{2} \quad \text{を計算}$$

(3) 式 (5-5-6) から

$$P_{r_1 \sim r_2}^* = \frac{A u v^*}{B^2} e^{-B t_R^*} \cdot e^{\frac{B r_0}{v^*}} \cdot \left\{ \frac{e^{-\frac{B b^*}{2}}}{K'^*} \left\{ e^{-B r_2 \left(\frac{1}{v^*} + \frac{a^*}{2} \right)} - e^{-B r_1 \left(\frac{1}{v^*} + \frac{a^*}{2} \right)} \right\} - \left\{ e^{\frac{B}{v^*} r_2} - e^{\frac{B}{v^*} r_1} \right\} \right\} \quad (5-6-4)$$

により路線 R の改良後における勢力圏人口合計が求められる。

(4) 改良による勢力圏増加人口合計 $\Delta P_{r_1 \sim r_2}$ は、

$$\Delta P_{r_1 \sim r_2} = P_{r_1 \sim r_2}^* - P_{r_1 \sim r_2}$$

(5) $\Delta P_{r_1 \sim r_2}$ のうち、路線 R の在来からの勢力圏内人口の増加 $\Delta P'_{r_1 \sim r_2}$ は、

$$\begin{aligned} \Delta P'_{r_1 \sim r_2} &= \int_{r_1}^{r_2} \int_0^{\frac{u}{2} \left(a + \frac{b}{r} \right)} A e^{-B \left(t_R^* + \frac{r - r_0}{v^*} + \frac{r \theta}{u} \right)} r d\theta dr - P_{r_1 \sim r_2} \\ &= \frac{A u v^*}{B^2} e^{-B t_R^*} \cdot e^{\frac{B r_0}{v^*}} \left\{ \frac{e^{-\frac{B b^*}{2}}}{1 + \frac{a}{2} v^*} \left\{ e^{-B r_2 \left(\frac{1}{v^*} + \frac{a}{2} \right)} - e^{-B r_1 \left(\frac{1}{v^*} + \frac{a}{2} \right)} \right\} \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - \left\{ e^{\frac{B}{v^*} r_2} - e^{\frac{B}{v^*} r_1} \right\} \right\} - P_{r_1 \sim r_2} \right. \quad (5-6-5) \end{aligned}$$

- (6) $\Delta P_{r_1 \sim r_2}$ のうち在来は路線 R' の勢力圏であつた地域から転移した人口 $\Delta P''_{r_1 \sim r_2}$ (式(5-6-1)の第1項に相当する)は、

$$\Delta P''_{r_1 \sim r_2} = \Delta P_{r_1 \sim r_2} - \Delta P'_{r_1 \sim r_2}$$

- (7) $\Delta P''_{r_1 \sim r_2}$ のうち、路線 R の改良による増加人口は、路線 R' に関する同様の計算によつて求めることができる。

§ 7 大都市における適用例

本章 § 2 に述べた東京西郊の高速鉄道の5つの路線(図5-7-1参照)について、式(5-5-6)、および表5-2-3の A 、 B の値によりつぎの試算を行なつた。

- (1) 昭和37年度における各鉄道路線の勢力圏人口。

その試算に用いた諸数値を表5-7-1(1)、(2)に示す。

表 5-7-1 (1) 各鉄道路線に関する数値 (昭和37年度)

| 線 名 | 西武池袋線 | 西武新宿線 | 西武新宿線 | 中央線 | 中央線 | 京王線 | 京王線 | 小田急線 |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 対抗線 記号 | 西武新宿線 | 西武池袋線 | 中央線 | 西武新宿線 | 京王線 | 中央線 | 小田急線 | 京王線 |
| u (Km/分) | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.13 | 0.13 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| v (Km/分) | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.62 | 0.62 | 0.57 | 0.57 | 0.57 |
| v' (Km/分) | 0.56 | 0.56 | 0.62 | 0.56 | 0.57 | 0.62 | 0.57 | 0.57 |
| θ_0 (rad.) | 0.0754 | 0.0754 | 0.1744 | 0.1744 | 0.1907 | 0.1907 | 0.1375 | 0.1375 |
| t_R (分) | 33.8 | 34.75 | 34.75 | 19.06 | 19.06 | 27.63 | 27.63 | 26.30 |
| $t_{R'}$ (分) | 34.75 | 33.8 | 19.06 | 34.75 | 27.63 | 19.06 | 26.30 | 27.63 |
| r_0 (Km) | 17.1 | 17.1 | 5.7 | 5.7 | 15.4 | 15.4 | 9.0 | 9.0 |
| r_1 (Km) | 20.1 | 20.1 | 9.3 | 9.3 | 19.5 | 19.5 | 13.7 | 13.7 |
| r_2 (Km) | 25.1 | 25.1 | 14.3 | 14.3 | 24.5 | 24.5 | 18.7 | 18.7 |
| a | 0.754 | 0.754 | 1.572 | 1.916 | 1.607 | 1.325 | 1.375 | 1.375 |
| b | 0.95 | -0.95 | -14.8 | 14.8 | 6.44 | -6.44 | -1.33 | 1.33 |

($A=121,845$, $B=0.06392$)

(2) 各沿線ゾーンの境界駅

| 記号 \ 線名 | 池袋線 | 新宿線 | 中央線 | 京王線 | 小田急線 |
|---------|-------|-----|-------------|-------|-------------|
| r_0 | 推名町 | 下落合 | 東中野～ 大久保 | 新宿～初台 | 南新宿～ 参宮橋 |
| r_1 | 桜台 | 野方 | 高円寺 | 明大前 | 梅ヶ丘 |
| r_2 | 石神井公園 | 上井草 | 西荻窪 | 千歳鳥山 | 成城学園 |

(2) 5路線のうち西武新宿線の表定速度が 0.62km/分 に向上、下落合駅 ($r=r_0$) から東京駅までの所要時分 (t_R) が、たとえば地下鉄による都心直通などにより 22 分 15 秒となつて、12 分 30 秒だけ短縮されたと仮定する場合の勢力圏人口の変化。

(3) 中央線と京王線の間にも新線 ($v=0.62\text{km/分}$, $t_R=20$ 分 50 秒) が建設されたと仮定する場合の勢力圏人口の変化。

以上のそれぞれの場合について、図 5-7-1 に示すように、東京駅を中心として、半径約 11 km から 16 km の範囲について各路線勢力圏人口の計算結果を図 5-7-2 に示す。

この結果、それぞれの場合についてつぎのことがわかる。

(1) 昭和 37 年度の現状としては、中央線の勢力圏が著しく広範囲にわたり、したがつて他の路線にくらべ、はるかに大きい人口を有している。とくに西武新宿線側に大きく侵入し、ために西武新宿線の中央線側の勢力圏内人口は、5,000 人強と、きわめて小さい。これは中央線が都心に直接連絡しているため、他の路線のように、山手環状線で乗換えに時間を必要とせず、それだけ時間距離が短いためであり、駅勢力圏の実査にもとづく各駅利用者の住居地分布¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾と比較して現状をほぼ正しくあらわしているものといえる。

(2) このような状態から、前記のような条件で、西武新宿線による都心までの所要時分が短縮され、同時に平均表定速度も向上されたと仮定したとき、西武新宿線の勢力圏内人口が 27,000 人から、137,000 人へと著しく増大し、増加人口は、110,000 人に達することになる。しかし、逆に池袋線の新宿線側および中央線の新宿線側の勢力圏内人口はともに減少している。これは西武新宿線の所要時分短縮により、その勢力圏が拡大し、従来は、西武

図 5-7-1 東京西郊の計算対象地域略図

5-20

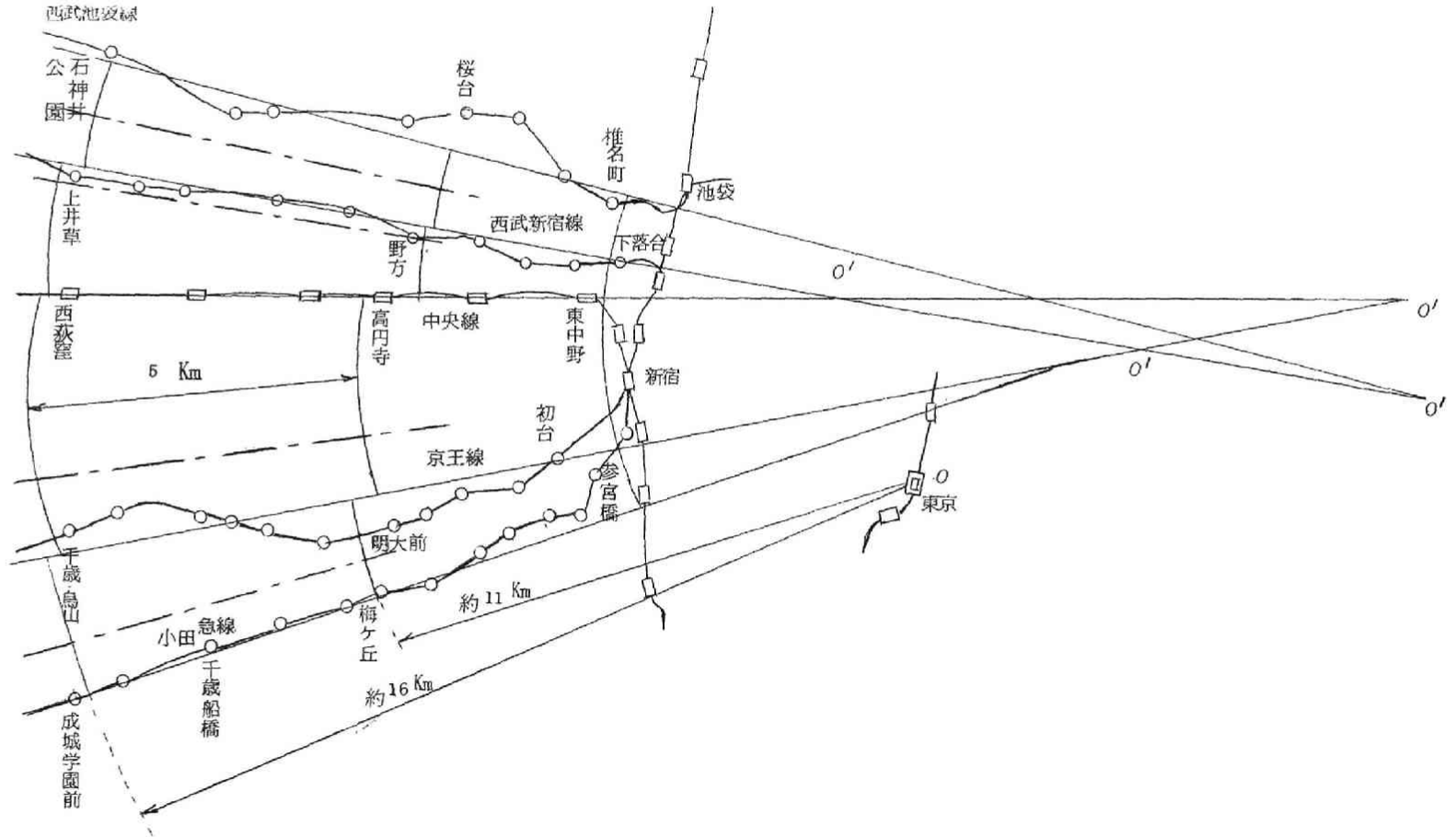
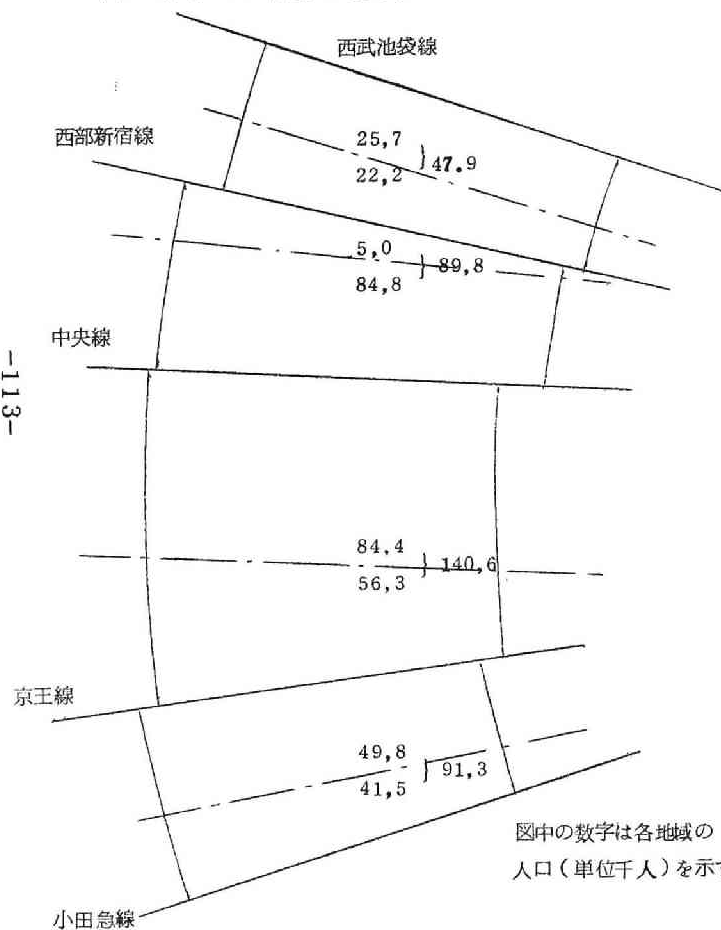
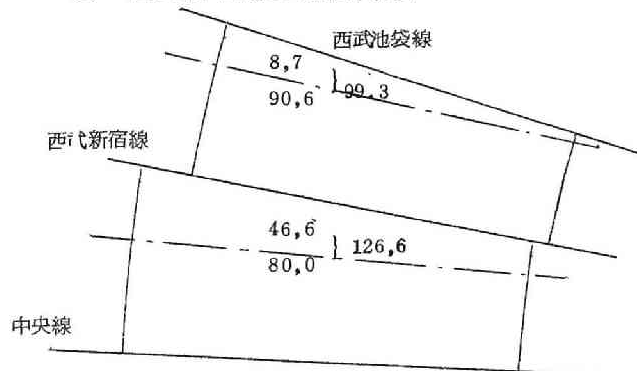


図 5-7-2 勢力圏人口の計算結果

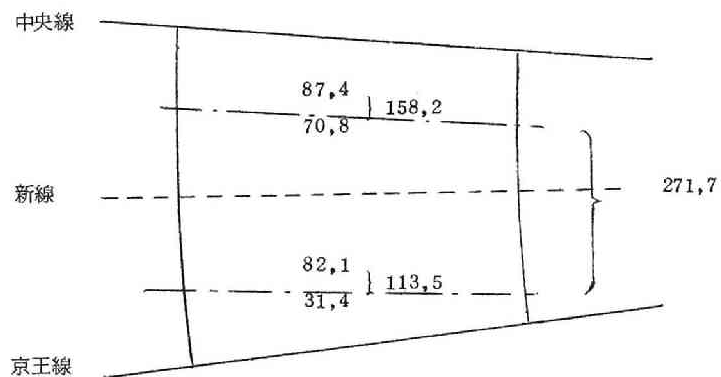
(1) 昭和37年度の現状



(2) 西武新宿線の速度向上



(3) 中央線と京王線の間にも新線建設

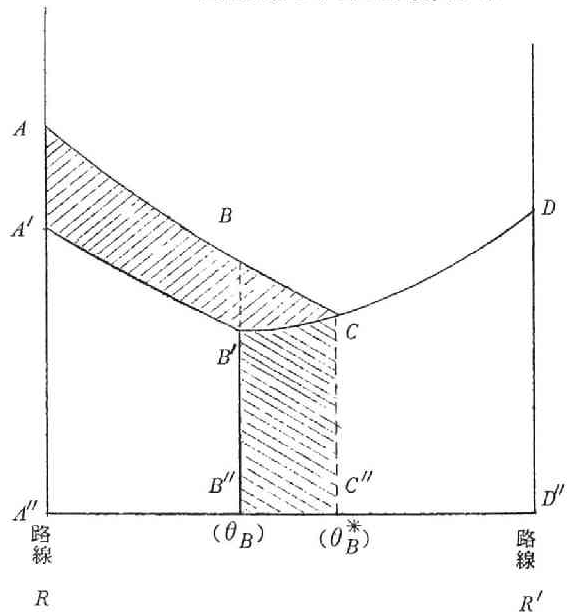


池袋線、中央線の勢力圏であつた地域の一部が、西武新宿線の勢力圏となつたためである。しかし西武池袋線と中央線にはさまれた地域の人口は、昭和37年度に138,000人であつたが、西武新宿線の所要時分短縮が本章§6にのべたようにすでに完成されていたとすれば226,000人に達することとなり、その差88,000人は、速度向上により誘引される増加人口を意味する。すなわち、図5-7-3に示すモデルにおいて、最初人口密度分布が $A' B' D$

であつたものが、路線 R の所要時分短縮により、 $A B C D$ と変化した。その結果、路線 R と R' の勢力圏の境界が θ_B の位置から θ_B^* の位置へ移動し、路線 R の勢力圏内人口は、 $A A' B' B'' C'' C B A$ に相当する人口増加 $\Delta P_{r_1 \sim r_2}$ があり、また路線 R' の勢力圏内人口は $B' B'' C'' C B'$ に相当する人口減少 Δ_2 が生じ、さらに路線 R と R' に囲まれた地域全体としては、 $A A' B' C B A$ に相当する人口増加 Δ' が生じたことになる。これらの $\Delta P_{r_1 \sim r_2}$ 、 Δ_1 、 Δ_2 の値を表5-7-2に示す。

(3) さらに、中央線と京王線の間前に前記の v 、 t_R を有する新線が建設されたと仮定したとき、両路線に囲まれた地域の人口は、141,000人から272,000人に増大し、この新線によつて、誘引されるこの地域内の増加人口 $\Delta P_{r_1 \sim r_2}$ は、131,000人であると考えられる。

図 5-7-3 路線 R と R' にはさまれた地域の人口密度分布



注) $A A' B' C B A$:

路線 R と R' にはさまれた地域の増加人口 Δ_1

$B' B'' C'' C B'$:

路線 R' の圏内の減少人口 Δ_2

$A A' B' B'' C'' C B A$:

路線 R の圏内の増加人口

$$\Delta P_{r_1 \sim r_2} = \Delta_1 + \Delta_2$$

以上のように、さまざまな放射状路線の速度に関する諸条件が与えられ、そのそれぞれの場合に対する勢力圏人口の変化を予測することができる。さらに将来における係数 A^* 、 B^* の推定値を適用すれば、今後の自然増を考慮した勢力圏人口をも予測することができる。

表 5-7-2 $\Delta P_{r_1 \sim r_2}$ 、 Δ_1 、 Δ_2 の値

| 線 名 | 対 向 線 | $\Delta P_{r_1 \sim r_2}$ | Δ_1 | Δ_2 |
|-------|-------|---------------------------|------------|------------|
| 新 宿 線 | 池 袋 線 | 63,379 | 51,345 | 17,034 |
| | 中 央 線 | 41,580 | 36,776 | 4,804 |
| 新 線 | 中 央 線 | } 131,157 | | |
| | 京 王 線 | | | |

(注: $\Delta P_{r_1 \sim r_2} = \Delta_1 + \Delta_2$)

§ 8 結 語

本章においては、都市近郊の人口密度を都心への時間距離に関する指数関数で表わした場合、放射状交通路線のそれぞれの勢力圏人口を知り、さらに各交通路線について相対的な速度の変化や新路線の建設が行なわれた場合の路線別勢力圏人口の変化を予測する方法を提案し、さらにこの方法を適用して東京西郊の5つの鉄道路線について二・三の試算を行なった。

この方法を応用することにより、都市交通路線の整備の面から見た都市近郊の今後の発展形態を予測するとともに、夜間人口に対する通勤発生率によって各交通路線の将来の輸送需要を想定することができる。

なお、式(5-3-7)、(5-4-4)、(5-5-7)によれば、都心地域を基準として、そこからの時間距離が T_{01} から T_{02} までの勢力圏人口を求めることができる。ただし、この場合は各路線に速度差があるので、 T_{01} が同じであってもその地点の遠近にはかなりの差があり、また路線改良による速度向上後においては、同一路線についても時間距離 T_{01} の地点が移動する点に注意を要するが、等時分距離圏の勢力圏人口の路線別比較や、電車運行計画などに際しては、有意義な予測値がえられると考える。

なお都市近郊の個々の地区に関する分析を行なうためには、さらに副都心への通勤者の流入や、都心に対する1次的な交通路線（たとえば高速鉄道路線）の駅に対して培養的な役割を有する2次的交通路線網（たとえばバス路線網）の影響などの条件を付加することにより、この方法論の予測の精度を高めることが必要となる。しかしこの研究においては、各交通路線の勢力圏を単位として、都市近郊の将来の人口分布を予測するため、マクロ的な把握を主眼とする方法論を提案した。

本章にのべた方法論を適用することにより、各交通路線の整備条件による近郊住宅地域の発展形態を予測することができる。さらに進んで都市近郊ののぞましい人口分布を形成するための基礎的条件として、交通路線網の先行的な整備条件を見い出すことができ、都市再開発計画における交通路線網整備のあり方に1つの示唆を与えるものとする。

参 考 文 献

- 1) 天野光三・青山吉隆：放射状都市鉄道路線の勢力圏人口に関する研究，
土木学会論文集，第123号，昭40.11（登載決定）
- 2) 八十島義之助・藤崎 清・大崎本一：都市交通機関と沿線人口の変遷，
都市計画 Vol.6 No.2，昭32.11，pp. 16～22.
- 3) 昭和39年度 運輸経済年次報告，昭39.10，運輸省編 p. 66.
- 4) C.Clark：Urban population densities，
Journal of the Royal Statistical Society, 1951.
- 5) C.Clark：Urban population densities，
paper No.53 presented to
The 30th Session of the International Statistical
Institute, 8/8—15/8 1957.
- 6) 館 稔：形式人口学，昭35.6，古今書院，第22章人口分布，pp. 464～466.
- 7) 森田優三：第30回国際統計会議，
一橋論叢，第39巻第3号，1958，pp. 350～351.
- 8) 天野光三：都市近郊駅の勢力圏に関する一考察，

土木学会誌 Vol.50 №.10 昭 40.10, pp. 35 ~ 38.

- 9) 天野光三・小野和日兄： 東京西郊における通勤動態に関する一考察，
第20回年次学術講演会講演概要，昭 40.5 IV - 110.
- 10) 青山吉隆： 通勤輸送需要の増加傾向に関する統計的研究，
昭 40 年 3 月 京都大学工学部土木工学教室卒業論文，№.1909 pp. 17 ~ 20.
- 11) 前 掲 6) 第 21 章 人口増加， pp. 308 ~ 320.
- 12) 同 上 同 上 pp. 298 ~ 304.
- 13) 通勤輸送構造の解析に関する調査研究報告書，
1964 年 3 月，日本科学技術連盟，p. 126.
- 14) 通勤輸送に関する調査研究報告書， 昭和 40 年 3 月，
日本鉄道施設協会，pp. 101 ~ 104.
- 15) 通勤状況調査報告書， 昭 40 年 6 月， 国鉄東京工事局調査課， pp. 77 ~ 80.
- 16) F.Kittlaus : Der Einfluss der Verkehrsentwicklung der Berliner S-Bahn
auf die Herausbildung des Stadtgebietes von Gross-Berlin.
Deutsche Archit, 9 Ht.1 1960. S. 40.
- 17) E.Müller : Generalverkehrspläne als Mittel zu rationeller
Verkehrsgestaltung und organischer Stadtentwicklung,
Jahrbuch "Schiene u. Strasse", 1960, SS. 66 ~ 77.
- 18) R.Hillebrecht : Wirtschaftliche und Städtebauliche Strukturveränderungen
und deren Auswirkungen auf den Nahverkehr.
Eisenbahntechnische Rundschau, 11, Ht.1. 1962.1, SS. 19 ~ 31.
- 19) W.Thomas : The growth of the London region,
Town & Country Planning. Vol.29 №.5 1961, pp. 185 ~ 193.
- 20) H.H.Winsborough : City Growth and City Structure,
Journal of Regional Science, Vol.4 №.2 pp. 35 ~ 49.
- 21) H.H.Winsborough : An Ecological Approach to the Theory of Suburbanization,
The American Journal of Sociology, 68, 1963 pp. 565 ~ 570.
- 22) W.B.Hansen : An Approach to the Analysis of Metropolitan Residential
Extension,
Journal of Regional Science, Vol.3 №.1 1961, pp.37 ~ 55.

第6章 地域間通勤交通需要の推計

§ 1 概 説

都市交通網の計画に際して各交通施設の所要の容量を求めるためには、それぞれの最大交通需要を発生する時間帯に対応すべきであり、都心部の街路に関しては昼間に、近郊住宅地域から都心事業所地域に対する交通路線では、朝夕の通勤時間帯に最大交通需要が発生することを第2章§3においてすでにのべた。

一般に都市交通網計画の基礎となる交通需要量としては、計画目標年次のそれぞれの地域間交通量が可能なかぎりの確に推定されることが必要であり、そのための最初の段階として、本章では、都心に対する交通路線におけるピーク輸送需要のOD交通量を推計するための特徴について考察し、その方法論をのべる。

まず都市における就業人口、すなわち事業所地域に就業目的地を有するため、住居地からの昼間移動を伴う人口の各地区間の流動を分析し、これにもとづいて将来の各地区間通勤交通量を予測することは、都市交通計画のもつとも大きな前提である。そうしてこれにもとづいて各交通路線の区間別通勤輸送需要を予測することが必要となるが、これについては後に第8、9章にのべることとし、ここでは将来の土地利用計画・事業所・住宅地域の発展予測などにもとづく各ゾーンの通勤発生・吸収人口によつて各地区間の通勤OD交通量を想定する方法を考察する。

これは分布交通量（ゾーン相互間交通量）を推定する作業であり、本章§2にのべるように、すでに種々の方法が提案されている。

しかしこの問題を通勤交通に限定して考える場合、一般的なゾーン相互間交通量に比し、種々の特性と相違点を指摘することができる。

たとえば、通勤交通の一方向性や、通勤発生、吸収を主とするゾーンのかなり明らかな区別が可能であり、また現在の既居住者の通勤目的地の比率は将来においてもほとんど変化せず、それぞれの地域の今後の供給人口増分の

合計と、需要人口増分の合計の、ゾーン相互間の結合いかんが将来の分布交通量を変化させると考えられる。

本章ではまず § 2 地域間交通需要推定の従来の方法において、交通に関するグラビティ量を用いる重力モデル法の計算モデルの基本形と、通勤交通の推定のための誘導形についてのべ、また現在OD表にもとずいて将来OD表を推測する現在パターン法において一般に用いられている収束計算の方法についてのべる。

§ 3 都市における通勤OD表の地域の限定においては、通勤輸送における分布交通量に関する特性をのべ、その一方向性からみて、交通量の発生・吸収両地区を限定しても交通施設計画に際して十分な予測値が得られることをのべる。

§ 4 人口増分による地域間交通需要の収束計算法においては、都市の通勤交通のモデルでは人口増分を基礎として分布交通量を推定すべき理由をのべ、この理由にもとずき、計画目標年度に至る人口増分の推定値のみをOD交通量に変化を及ぼす要素として取り扱う分布交通量推定の収束計算法を提案する。

§ 5 大都市における適用例においては、一例として、東京通勤圏の昭和35年度通勤OD表にもとずいて将来のOD交通量を予測するため、§ 4 にのべた人口増分による方法を適用し、増加率による従来の方法と予測値、収束度の比較を行なう。

§ 2 地域間交通需要推定の従来の方法

地域相互間交通量の推定に一般に用いられている方法として重力モデル法 (Gravity model method) と現在パターン法 (Present pattern method) とがあり、本節ではこのそれぞれについて従来の方法²⁾³⁾⁴⁾をのべる。

〔1〕 重力モデル法

重力モデル法は万有引力の法則から類推されたものであり、質量のかわりに交通に関する各地区のグラビティ量を用いた計算モデルであつて、その基

本形は一般に式(6-2-1)で示される。

$$X_{ij} = k \frac{M_i \cdot M_j}{L_{ij}^n} \quad (6-2-1)$$

ここに X_{ij} : ゾーン*i* からゾーン*j* への交通量

M_i, M_j : 交通に関するゾーン*i, j* のグラビティ量

L_{ij} : ゾーン*i* とゾーン*j* の間のへだたり

k, n : 対象とするモデルごとに決まるパラメータ

この M_i, M_j はそれぞれのゾーンの発生または吸収交通量の合計をとることもあるが、各ゾーンの交通量発生または吸収に関係ある種々の指標、たとえば人口・産業・社会・経済などの活動を示す数値から目的に応じて適当なものが採用される。また L_{ij} は、輸送距離または直線距離をとることもあるが、*i, j* 間の地域間交通需要の増大を制約する輸送条件、とくに時間距離を用いる場合が多い。

またパラメータ k, n を定めるためには、式(6-2-1)を変形して

$$\log Z_{ij} = \log k - n \log L_{ij} \quad (6-2-2)$$

$$\text{ここに } Z_{ij} = \frac{X_{ij}}{M_i \cdot M_j}$$

この Z_{ij} (Trip rate とよばれる) について回帰分析が行なわれる。こうしてえられる k, n を用いて将来の地域間交通量 X_{ij} は式(6-2-1)によつて推定することができる。

式(6-2-1)に示した基本形以外に、変形された重力モデル式にはたとえばつぎのような形が考えられる。

$$X_{ij} = k \frac{X_i \cdot X_j}{D_{ij}^m}$$

ここに X_i, X_j : ゾーン*i, j* の発生(または吸収)交通量

D_{ij} : ゾーン*i, j* 間の距離(または時間距離)

k, m : パラメータ(以下同じ)

$$X_{ij} = k \frac{P_i \cdot P_j}{D_{ij}^m}$$

ここに P_i, P_j : ゾーン i 、ゾーン j の人口

$$W_{ij} = k \frac{L_i \cdot E_j}{D_{ij}^m}$$

ここに W_{ij} : ゾーン i から j への通勤トリップ数

L_i : ゾーン i の発生通勤人口

E_j : ゾーン j の就業人口

$$S_{ij} = k \frac{P_i \cdot S_j}{D_{ij}^n}$$

ここに S_{ij} : ゾーン i から j への買物トリップ数

P_i : ゾーン i の居住人口

S_j : ゾーン j の小売売上高

また基本形の式 (6-2-1) の M_i, M_j に指数を加味してつぎのような誘導形も考えられている。

$$X_{ij} = k \frac{(M_i \cdot M_j)^\mu}{L_{ij}^n}$$

ここに k, n, μ はパラメータ

とくに $\mu = \frac{1}{2}$ とすると

$$X_{ij} = k \frac{\sqrt{M_i \cdot M_j}}{L_{ij}^n}$$

となり、この式を利用すれば、ゾーン M_i, M_j のグラビティ量が α 倍に増大したとき、 X_{ij} が α^2 倍になつて伸びが大きすぎる欠点を改良する場合に利用される。

これらの重力モデル式を通勤交通に適用する場合、一般の交通モデルに比してつぎのような特徴があげられる。

- 1) 通勤時間帯における一方向性からみて、交通発生と吸収の各地域のかなり明らかな分離が可能である。
- 2) ゾーン i, j 間の交通需要増大を制約する条件としては距離ではなく、時間距離 T_{ij} が最も大きな要素である。

したがつて式 (6-2-1) の基本形は、たとえばつぎの形をとるのが最も合理的と考えられる。

$$X_{ij} = k \frac{X_{i\cdot} \cdot X_{\cdot j}}{T_{ij}^m} \quad (6-2-3)$$

ここに $X_{i\cdot}$: 通勤時間帯におけるゾーン i の発生交通量

$X_{\cdot j}$: 通勤時間帯におけるゾーン j の吸収交通量

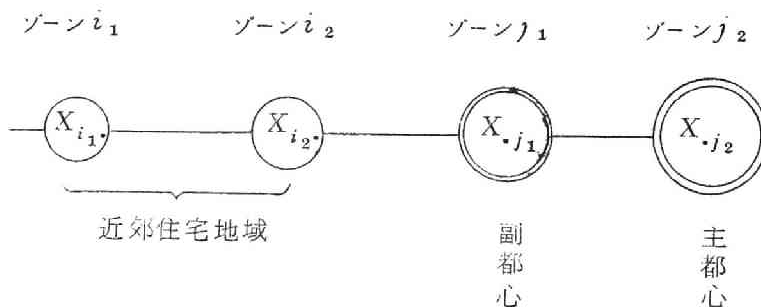
T_{ij} : ゾーン i, j 間の時間距離

これらの重力モデル式の長所は、現在のOD交通量調査結果がなくても、各ゾーンの交通量発生・吸収の基礎となる経済量または発生交通量そのものが推測されるならば、それによつて独自の将来OD交通量が推定できるという点である。

その反面、重力モデル式によつて求められる地域間交通量は、1つの対象地域で各ゾーンに共通のパラメータ k, m が決定されるから特定のゾーン相互間の交通量に関して交通結合状態を特性づけることができず、ゾーン i と j の発生交通量と距離が同じ場合のゾーン間では同一の分布交通量として算出される。このことは地域相互間の交通量の推定が機械的、画一的であり、とくに通勤輸送における分布交通量としては適当でないケースが多い。たとえば図6-2-1において、住宅ゾーン i_1 および i_2 のそれぞれの発生交通量合計を $X_{i_1\cdot}, X_{i_2\cdot}$ とし、副都心のゾーン j_1 に対する流入量の比をとると

$$\alpha = \frac{X_{i_2 j_1}}{X_{i_1 j_1}} = \frac{X_{i_2\cdot} \cdot T_{i_1 j_1}^m}{X_{i_1\cdot} \cdot T_{i_2 j_1}^m} \quad (6-2-4)$$

図 6-2-1 ゾーン別発生・吸収交通量のモデル



となる。 $X_{i_2 \cdot} = X_{i_1 \cdot}$ の場合には、 $\alpha = \left(\frac{T_{i_1 j_1}}{T_{i_2 j_1}} \right)^m > 1$ となつて、ゾーン i_2 からの流入量の方が多という推定値がえられる。

しかし、既成大都市における住宅地の選定条件としては、時間距離 1 ~ 1.5 時間を限度としてなるべく地価の安いことが大きな要素となるから、ゾーン j_1 に対する通勤者はむしろ逆にゾーン i_1 の方が多いと考えるのが妥当といえる場合が多い。

したがつて、通勤交通の分布交通量に関してはつぎにのべる現在パターン法によるべきであり、以下この方法についてのべる。

〔2〕 現在パターン法

現在パターン法は、交通の面からみた現在のゾーン相互間の結合に関する基本的な性格が将来においても保たれると仮定する方法であり、重力モデル法による実験式の画一的な欠点を補ない、通勤交通のように将来のゾーン間交通結合がかなり固定的と考えられる場合に適するが、そのためには十分信頼できる現在の OD 表がまず作成されることが前提となる。

表 6-2-1 現在 OD 表から将来 OD 表の推定

| (1) 与えられた行列 | | | | | | (2) 求めるべき行列 | | | | | | |
|---------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------------------|---------------|---------------|-------|---------------|--------------|-------------------|
| X_{11} | X_{12} | ..... | X_{1j} | ..... | X_{1n} | $X_{1\cdot}$ | | | | | $Y_{1\cdot}$ | |
| X_{21} | X_{22} | ..... | X_{2j} | ..... | X_{2n} | $X_{2\cdot}$ | | | | | $Y_{2\cdot}$ | |
| \vdots | \vdots | | \vdots | | \vdots | \vdots | | | | | \vdots | |
| X_{i1} | X_{i2} | ..... | X_{ij} | ..... | X_{in} | $X_{i\cdot}$ | | $Y_{ij} = ?$ | | | $Y_{i\cdot}$ | |
| \vdots | \vdots | | \vdots | | \vdots | \vdots | | | | | \vdots | |
| X_{n1} | X_{n2} | ..... | X_{nj} | ..... | X_{nn} | $X_{n\cdot}$ | | | | | $Y_{n\cdot}$ | |
| <hr/> | | | | | | | | | | | | |
| $X_{\cdot 1}$ | $X_{\cdot 2}$ | | $X_{\cdot j}$ | | $X_{\cdot n}$ | $X_{\cdot \cdot}$ | $Y_{\cdot 1}$ | $Y_{\cdot 2}$ | | $Y_{\cdot j}$ | | $Y_{\cdot n}$ |
| | | | | | | | | | | | | $Y_{\cdot \cdot}$ |

ここに

$$\begin{aligned}
 X_{ij} &\geq 0 & Y_{ij} &\geq 0 \\
 X_{i.} &= \sum_j X_{ij}, \quad X_{.j} = \sum_i X_{ij} & Y_{i.} &= \sum_j Y_{ij}, \quad X_{.j} = \sum_i Y_{ij} \\
 X_{..} &= \sum_i X_{i.} = \sum_j X_{.j} = \sum_i \sum_j X_{ij} & Y_{..} &= \sum_i Y_{i.} = \sum_j Y_{.j} = \sum_i \sum_j Y_{ij}
 \end{aligned}$$

この方法はある交通体系において、そこに含まれる地区相互間のすべての交通量を示す現在のOD表が与えられ、さらに将来の地区ごとの発生交通量が別途の調査および計算によつて推定されたとして、これらのデータから将来各地区相互間の区間交通量の推定をするものである。

これは、表6-2-1に示すように、一つの行列〔 X_{ij} 〕が与えられ、かつ求めるべき行列のすべての行和 $Y_{i.}$ と列和 $Y_{.j}$ が与えられたとき、もとの行列〔 X_{ij} 〕の性格をできるだけ保つた行列〔 Y_{ij} 〕を求めるという問題である。

この方法は、もとの行列〔 X_{ij} 〕のいかなる性格を将来においても保持するかによつて多数の解が得られるが、いずれも一義的な計算結果の分布交通量の総計と発生交通量が一致しないため、以下にのべるように収束計算を必要とする。

〔3〕 現在パターン法の収束計算

表6-2-1に示すように、現在OD表〔 X_{ij} 〕から将来OD表〔 Y_{ij} 〕の要素 Y_{ij} を推測する場合、未知数 Y_{ij} は($i \times j$)個に対して方程式は($i + j$)個であるから

$$\left. \begin{aligned} \sum_i Y_{ij} &= Y_{.j} \\ \sum_j Y_{ij} &= Y_{i.} \end{aligned} \right\} \quad (6-2-5)$$

を満足する Y_{ij} を一義的に求めることはできず、種々の仮定条件にもとづいてつぎにのべるような収束計算を行なわなければならない。

(a) 平均係数法

ゾーン i, j 間の交通量は、両ゾーンにおける発生・吸収交通量の増加率の平均値で変わると考える方法である。⁵⁾⁶⁾ すなわち Y_{ij} の第1次近似値を $X_{ij}^{(1)}$ とすれば

$$X_{ij}^{(1)} = X_{ij} \left(\frac{Y_{i.}}{X_{i.}} + \frac{Y_{.j}}{X_{.j}} \right) \frac{1}{2} \quad (6-2-6)$$

かくしてえられる $X_{ij}^{(1)}$ によつても

$$\sum_j X_{ij}^{(1)} = Y_{i.}, \quad \sum_i X_{ij}^{(1)} = Y_{.j} \quad (6-2-7)$$

は満足されないから

$$X_{ij}^{(l)} = X_{ij}^{(l-1)} \left(\frac{Y_{i.}}{X_{i.}^{(l-1)}} + \frac{Y_{.j}}{X_{.j}^{(l-1)}} \right) \frac{1}{2} \quad (6-2-8)$$

によつてえられる第 l 次近似値 $X_{ij}^{(l)}$ の値の収束誤差が十分小さくなるまで計算を繰り返す。

(b) Detroit 法

この方法は、ゾーン i からの交通はゾーン i の発生交通量の増加率にしたがつて修正され、ゾーン j に対しては $\frac{Y_{.j} X_{..}}{X_{.j} Y_{..}}$ に比例して吸収されるものと仮定する。この場合、ゾーン i から j に対する交通量の第1次近似値 $X_{ij}^{(1)}$ は

$$X_{ij}^{(1)} = X_{ij} \frac{Y_{i.} Y_{.j} X_{..}}{X_{i.} X_{.j} Y_{..}} \quad (6-2-9)$$

この場合でも式 (6-2-7) は満足されないから

$$X_{ij}^{(l)} = X_{ij}^{(l-1)} \frac{Y_{i.} Y_{.j} X_{..}^{(l-1)}}{X_{i.}^{(l-1)} X_{.j}^{(l-1)} Y_{..}} \quad (6-2-10)$$

によつて収束計算が必要となる。

式 (6-2-10) を変形すると

$$X_{ij}^{(l)} = k_{..}^{(l)} k_{i.}^{(l)} k_{.j}^{(l)} X_{ij} \quad (6-2-11)$$

ここに

$$\begin{aligned}
 k_{..}^{(l)} &= \frac{X_{..}}{Y_{..}} \times \frac{X_{..}^{(1)}}{Y_{..}} \times \frac{X_{..}^{(2)}}{Y_{..}} \times \cdots \times \frac{X_{..}^{(l-1)}}{Y_{..}} \\
 k_{i.}^{(l)} &= \frac{Y_{i.}}{X_{i.}} \times \frac{Y_{i.}}{X_{i.}^{(1)}} \times \frac{Y_{i.}}{X_{i.}^{(2)}} \times \cdots \times \frac{Y_{i.}}{X_{i.}^{(l-1)}} \\
 k_{.j}^{(l)} &= \frac{Y_{.j}}{X_{.j}} \times \frac{Y_{.j}}{X_{.j}^{(1)}} \times \frac{Y_{.j}}{X_{.j}^{(2)}} \times \cdots \times \frac{Y_{.j}}{X_{.j}^{(l-1)}}
 \end{aligned}$$

(c) Fratar 法⁷⁾

この方法の考え方は、ゾーン*i*と*j*との間の交通量を*i*の立場からみると、それはまず相手ゾーン*j*の修正係数によつて規制され、同時にゾーン*i*からの現在の交通の動きに比例する。そしてゾーン*i*からの交通量はゾーン*i*の修正係数によつて定められる。

このようにゾーン*i*の立場から考えた*i*、*j*間の交通量を $X_{ij}^{(1)}(i)$ とすると

$$X_{ij}^{(1)}(i) = X_{ij} \frac{Y_{i.}}{X_{i.}} \frac{Y_{.j}}{X_{.j}} \frac{X_{i.}}{\sum_j (X_{ij} \times \frac{Y_{.j}}{X_{.j}})} \quad (6-2-12)$$

この式の $\frac{X_{i.}}{\sum_j (X_{ij} \times \frac{Y_{.j}}{X_{.j}})}$ はほかのすべてのゾーンがゾーン*i*に及ぼ平均

吸引力の逆数であり、これはほかのゾーンとの関連について考えたゾーン*i*の位置を示すものであるから、位置の係数 (Location factor) と呼ばれる。

式 (6-2-12) において

$$X_{i.}^* = \sum_j (X_{ij} \times \frac{Y_{.j}}{X_{.j}})$$

とおけば

$$X_{ij}^{(1)}(i) = X_{ij} \frac{Y_{i.}}{X_{i.}^*} \frac{Y_{.j}}{X_{.j}} \quad (6-2-13)$$

同様に、ゾーン*j*の立場から $X_{ij}^{(1)}(j)$ を求めると

$$X_{ij}^{(1)}(j) = X_{ij} \frac{Y_{i.} Y_{.j}}{X_{i.} X_{.j}^*} \quad (6-2-14)$$

ここに

$$X_{.j}^* = \sum_j \left(X_{ij} \frac{Y_{i.}}{X_{i.}} \right)$$

そこで i, j 間の交通量は、ゾーン i からの全交通量と、 j からの全交通量を考え、その相加平均を最確値と考えると、式 (6-2-13) と式 (6-2-14) から

$$X_{ij}^{(1)} = X_{ij} \times \left(\frac{Y_{i.}}{X_{i.}^*} \frac{Y_{.j}}{X_{.j}} + \frac{Y_{i.}}{X_{i.}} \frac{Y_{.j}}{X_{.j}^*} \right) \times \frac{1}{2} \quad (6-2-15)$$

この $X_{ij}^{(1)}$ によつて、式 (6-2-7) はやはり満足されないから、式 (6-2-15) による収束計算の第 l 次近似値を $X_{ij}^{(l)}$ とすると、この値は次式となる。

$$X_{ij}^{(l)} = X_{ij}^{(l-1)} \times \left(\frac{Y_{i.}}{X_{i.}^{(l-1)*}} \frac{Y_{.j}}{X_{.j}^{(l-1)}} + \frac{Y_{i.}}{X_{i.}^{(l-1)}} \frac{Y_{.j}}{X_{.j}^{(l-1)*}} \right) \times \frac{1}{2} \quad (6-2-16)$$

(d) 塚 原 法

前項の Fratar 法を改善したものであるが、基本的には Fratar 法と同じといえる。相違点についてのべると、Fratar 法では式 (6-2-16) に示すように毎回の近似値ごとに

$$X_{ij}^{(l)} = \{ X_{ij}^{(l)}(i) + X_{ij}^{(l)}(j) \} \times \frac{1}{2}$$

のように相加平均値を求めているが、塚原法においては

$$X_{ij}^{(l)}(i) \quad \text{および} \quad X_{ij}^{(l)}(j)$$

のそれぞれについて、全く独立して収束計算を進め、収束誤差が十分小さくなつた第 n 次近似値においてはじめて

$$X_{ij}^{(n)} = \{ X_{ij}^{(n)}(i) + X_{ij}^{(n)}(j) \} \times \frac{1}{2} \quad (6-2-17)$$

の相加平均を求めてこれを将来の i, j 間交通量とする方法であり、これにより Fratar 法より収束度を高めることができる。³⁾

(e) 調整行和、列和を用いる一定係数法

ここにのべる収束計算法は“横山勝義編：輸送・運搬における *OR* 技法”⁸⁾にのべられた方法であるが、それには計算法の名称が付けられていないので以下の論述の必要上著者がその内容からみて仮りに名付けたものである。この収束計算法の考え方の基礎となるのは、与えられた現在 *OD* 表のパターンをできる限り生かせるということである。この点から考えると、求めるべき行列はつぎの条件を満足することがのぞましい。

- 1) 求めるべき行列のすべての行和および列和が、与えられた行列の対応する行和および列和に対して等しい倍率のとき、求めるべき行列のすべての要素に対して等しい倍率であるべきである。

すなわち

$$Y_{i\cdot} = k X_{i\cdot}, \quad Y_{\cdot j} = k X_{\cdot j}$$

のとき

$$Y_{ij} = k X_{ij}$$

- 2) 与えられた行列の2つの行(または列)が等しく、求めるべき行列の対応する2つの行和(または列和)が等しいとき、求めるべき行列の対応する2つの行(または列)は等しくあるべきである。

すなわち

$$X_{i_1j} = X_{i_2j}, \quad Y_{i_1\cdot} = Y_{i_2\cdot}$$

のとき

$$Y_{i_1j} = Y_{i_2j}$$

同じく

$$X_{ij_1} = X_{ij_2}, \quad Y_{\cdot j_1} = Y_{\cdot j_2}$$

のとき

$$Y_{ij_1} = Y_{ij_2}$$

ここにのべた 1), 2) の関係を満足させるためには、求めるべき行列の要素はつぎの構造を持つておればよい。

$$Y_{ij} = k \cdot k_{i.} \cdot k_{.j} \cdot X_{ij} \quad (6-2-18)$$

ここに k : すべての要素に対する定数

$k_{i.}$: 第 i 行のすべての要素に対する定数

$k_{.j}$: 第 j 列のすべての要素に対する定数

ところで(a)から(b)にあげた 4 つの方法のうち、この構造を持つてゐるのは式 (6-2-11) の構造をもつ **Detroit** 法のみであり、それによればここにのべた 1), 2) の関係を満足しつつ、逐次計算が進められるが、他の 3 つの方法で毎回の計算により求められる将来の OD 交通量 $X_{ij}^{(l)}$ は、求めるべき要素の構造が理論上は保たれていない。

そこで本方法では $X_{ij}^{(l)}$ がつねに式 (6-2-18) の構造を保ちながら、同時に **Detroit** 法より著しく収束度を高めることを目的として、**Fratar** 法と同様に調整した行和、列和によつてえられる修正係数を用いるのである。

すなわち、**Fratar** 法の式 (6-2-16) の代わりに、これと同じ記号を用いて $X_{ij}^{(l)}$ は次式により求められる。

$$\begin{aligned} X_{ij}^{(l)} &= k_{..}^{(l)} \cdot k_{i.}^{(l)} \cdot k_{.j}^{(l)} \cdot X_{ij}^{(l-1)} \\ &= X_{ij}^{(l-1)} \cdot \frac{Y_{i.}}{X_{i.}^{(l-1)*}} \cdot \frac{Y_{.j}}{X_{.j}^{(l-1)*}} \cdot \frac{Y_{..}}{X_{..}^{(l-1)}} \end{aligned} \quad (6-2-19)$$

ここに

$$\begin{aligned} k_{..}^{(l)} &= \frac{Y_{..}}{X_{..}} \cdot \frac{Y_{..}}{X_{..}^{(1)}} \cdot \frac{Y_{..}}{X_{..}^{(2)}} \cdots \frac{Y_{..}}{X_{..}^{(l-1)}} \\ k_{i.}^{(l)} &= \frac{Y_{i.}}{X_{i.}^*} \cdot \frac{Y_{i.}}{X_{i.}^{(1)*}} \cdot \frac{Y_{i.}}{X_{i.}^{(2)*}} \cdots \frac{Y_{i.}}{X_{i.}^{(l-1)*}} \\ k_{.j}^{(l)} &= \frac{Y_{.j}}{X_{.j}^*} \cdot \frac{Y_{.j}}{X_{.j}^{(1)*}} \cdot \frac{Y_{.j}}{X_{.j}^{(2)*}} \cdots \frac{Y_{.j}}{X_{.j}^{(l-1)*}} \end{aligned}$$

式(6-2-19)は、いわば Fratar 法の修正係数を用いることによつて Detroit 法の収束度を高めたものとも考えることができ、式(6-2-11)に近い行列に収束すると考えてよい。なおこの収束計算法は Fratar 法よりもさらに収束度が高いことを本章 § 5 に試算例によつてのべる。

以上にのべた5つの方法はそれぞれの収束度を比較することももちろん意義があるが、さらに重要なことは、交通量の分布の考え方にいずれも相違があり、これによつてえられる将来のOD表も相違するということである。

その場合分布交通量の予測に際しては、その社会事象に対していずれの計算法が最も合理的な分布の条件を規制しているかを考える必要がある。たとえば通勤交通に問題を限定して考える場合には、のちに本章 § 4 にのべるように、ここにのべた方法をいずれもそのまま適用することには疑問がある。この点を修正し、実態に即した分布交通量予測の方法として、次節において各ゾーン発生、吸収人口増分にもとづく分布交通量の収束計算法を適用すべきであることをのべる。

§ 3 都市における通勤OD表の地域の限定

§ 2 にのべた分布交通量の現在パターンにもとづく収束計算法を都市の通勤輸送の需要予測に適用する場合、任意の m 地区から n 地区に対するすべての昼間流入交通量の現在OD表〔 ${}^mX^n$ 〕が与えられ、かつ将来のそれぞれの m 地区の供給人口 mY と n 地区の需要人口 nY が別個の検討によつてえられた場合、たとえば式(6-2-19)の反覆計算によつて、表6-3-1のように合計 K 個の地区間の将来OD表を求めることができる。

とくに朝の通勤交通流がほとんど一方向性である点に着目すれば、必要によりつぎのように地区を限定しても現実の計画のためには十分な近似値がえられる。すなわち対象とする、通勤圏内の総計 K 個の地区のうち、供給人口の多い地区 M 個と需要人口の多い地区 N' 個を区別してOD表を作成すると、表6-3-2に示す4つの領域はそれぞれつぎのような昼間人口の移動を表わしている。

$M \rightarrow M'$: 主として近郊住宅地区から近郊住宅地区へ。

$N \rightarrow M'$: 主として都心事業所地区から近郊住宅地区へ。

表 6-3-1 K 個の地区間の将来OD 表

| $O \backslash D$ | 1 | 2 | ..... | n | ..... | K | 計 |
|------------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 1 | ${}^1Y^1$ | ${}^1Y^2$ | ..... | ${}^1Y^n$ | ..... | ${}^1Y^K$ | ${}^1Y^*$ |
| 2 | ${}^2Y^1$ | ${}^2Y^2$ | ..... | ${}^2Y^n$ | ..... | ${}^2Y^K$ | ${}^2Y^*$ |
| \vdots | \vdots | \vdots | | \vdots | | \vdots | \vdots |
| m | ${}^mY^1$ | ${}^mY^2$ | ..... | ${}^mY^n$ | ..... | ${}^mY^K$ | ${}^mY^*$ |
| \vdots | \vdots | \vdots | | \vdots | | \vdots | \vdots |
| K | ${}^KY^1$ | ${}^KY^2$ | ..... | ${}^KY^n$ | ..... | ${}^KY^K$ | ${}^KY^*$ |
| 計 | $\cdot Y^1$ | $\cdot Y^2$ | ..... | $\cdot Y^n$ | ..... | $\cdot Y^K$ | $\cdot Y^*$ |

ここに ${}^mY^n$: m 地区から n 地区への将来交通量 ≥ 0

$${}^mY^* = \sum_{n=1}^K {}^mY^n \quad \cdot Y^n = \sum_{m=1}^K {}^mY^n$$

$\cdot Y^*$: この交通体系の昼間移動就業者合計 $= \sum_{m=1}^K \sum_{n=1}^K {}^mY^n$

表 6-3-2 都市の通勤OD表の地区の限定

| 発 着 | | 需要人口 の少ない 地区 M' | 就業者の主要な需要地区 | | | | | | 合 計 |
|-----------------|-----|----------------------------|--------------------|----|----|------------|------------|--|--------|
| | | | 1' | 2' | 3' | n' | N' | | |
| 就業者の 主要な供給地区 | 1 | $M \rightarrow M'$ | $M \rightarrow N'$ | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | |
| | ⋮ | | | | | | | | |
| | m | | | | | | | | |
| | ⋮ | | | | | | | | |
| M | | | | | | | | | |
| 供給人口の少ない地区 N | | $N \rightarrow M'$ | $N \rightarrow N'$ | | | | | | |
| 合 計 | | | | | | | | | |

$N \rightarrow N'$: 主として都心事業所地区内。

これに対し

$M \rightarrow N'$: 主として近郊住宅地区から都心事業所地区へ。

したがって都市交通機関の整備条件を論ずる場合には、第2章§3にのべたように、 $M \rightarrow N'$ の範囲に示す一方向性のOD表〔 ${}^m X^{n'}$ 〕のみにより十分な予測値が得られると考えられる。すなわち、この場合に求めるべき将来OD表の各要素は表6-3-3のようになる。以下においては、すべてこの将来OD表についてのべ、その作成方法と、さらにこれを利用して交通機関各路線の通勤輸送需要を予測する方法について考察することとする。

ここにのべた将来OD表〔 ${}^m Y^{n'}$ 〕を予測するためには

〔 ${}^m X^{n'}$ 〕 : 現在OD表

${}^m Y^*$: 近郊 m 地区のそれぞれの総労働力供給人口

$N Y^*$: 近郊1~ M 地区以外の労働力供給人口の合計

$\cdot Y^{n'}$: 都心 n' 地区のそれぞれの総労働力需要

$\cdot Y^M$: 都心1'~ N' 地区以外の労働力需要人口の合計

表 6-3-3 都市地区を限定した通勤OD表

| $O \backslash D$ | 1' | 2' | ..... | n' | N | $\Sigma m' = M'$ | 計 |
|------------------|----------------|----------------|-------|------------------|----------------|------------------|-------------|
| 1 | $1 Y^{1'}$ | $1 Y^{2'}$ | ..... | $1 Y^{n'}$ | $1 Y^{N'}$ | $1 Y^{M'}$ | $1 Y^*$ |
| 2 | $2 Y^{1'}$ | $2 Y^{2'}$ | ..... | $2 Y^{n'}$ | $2 Y^{N'}$ | $2 Y^{M'}$ | $2 Y^*$ |
| \vdots | \vdots | \vdots | | \vdots | \vdots | \vdots | \vdots |
| m | $m Y^{1'}$ | $m Y^{2'}$ | ..... | $m Y^{n'}$ | $m Y^{N'}$ | $m Y^{M'}$ | $m Y^*$ |
| \vdots | \vdots | \vdots | | \vdots | \vdots | \vdots | \vdots |
| M | $M Y^{1'}$ | $M Y^{2'}$ | ..... | $M Y^{n'}$ | $M Y^{N'}$ | $M Y^{M'}$ | $M Y^*$ |
| $\Sigma_n = N$ | $N Y^{1'}$ | $N Y^{2'}$ | | $N Y^{n'}$ | $N Y^{N'}$ | $N Y^{M'}$ | $N Y^*$ |
| 計 | $\cdot Y^{1'}$ | $\cdot Y^{2'}$ | | $\cdot Y^{n'}$ | $\cdot Y^{N'}$ | $\cdot Y^{M'}$ | $\cdot Y^*$ |

ここに ${}^m Y^{n'}$: 近郊 m 地区から都心 n' 地区への将来交通量 ≥ 0

$$\begin{aligned}
{}^m Y^* &= \sum_{n'=1}^{N'} {}^m Y^{n'} + {}^m Y^{M'} \\
{}^* Y^n &= \sum_{m=1}^M {}^m Y^{n'} + {}^N Y^{n'} \\
{}^* Y^* &= \sum_{m=1}^M {}^m Y^* + {}^N Y^* = \sum_{n'=1}^{N'} {}^* Y^{n'} + {}^* Y^{M'}
\end{aligned}$$

が与えられれば、すでにのべたように式(6-2-19)その他の収束計算によって行列のそれぞれの要素を求めることができる。

§ 4 人口増分による地域間交通需要の収束計算法

本節においては、すでに本章 § 2 においてのべた、各地区の需要・供給就業人口の増加率にもとづく現在パターン法ではなく、各地区の人口増分にもとずいて将来の分布交通量の構成を予測する方法をのべる。

〔1〕 人口増分による分布モデル

まず、都市交通機関の通勤輸送需要に関して今後の推移を考えると、交通事象に関する一般的な分布モデルに比してつぎの諸特性を指摘することができる。

- a) 都市近郊における労働力供給人口および都心における労働力需要人口はいずれも増加の一途であり、減少することは当面考えられない。すなわち

$$\begin{aligned}
{}^m Y^* - {}^m X^* &= \Delta {}^m X^* \geq 0 \\
{}^* Y^{n'} - {}^* X^{n'} &= \Delta {}^* X^{n'} \geq 0
\end{aligned}$$

- b) 各住宅地域の既居住者の通勤目的地の構成比は一般的にみて今後において変化しない。
- c) したがって、将来のOD表の構成に変化を及ぼす交通流は、各近郊地の供給する労働力人口の増分 $\Delta {}^m X^*$ および都心各地区労働力需要人口の増分 $\Delta {}^* X^{n'}$ であることとなり、各地区の需要・供給労働力人口の増加率 $\frac{{}^m Y^*}{{}^m X^*}$ 、 $\frac{{}^* Y^{n'}}{{}^* X^{n'}}$ ではなく $\Delta {}^m X^*$ 、 $\Delta {}^* X^{n'}$ によつて将来の分布交

交通量の構成を論じなければならないこととなる。

すなわち、各地区の労働力人口増分合計 ($\sum \Delta^* X^{n'} + \Delta^* X^{M'}$) がこれと同量の ($\sum \Delta^m X^* + \Delta^N X^*$) で充足され、その各地区間交通量 $\Delta^m X^{n'}$, $\Delta^m X^{M'}$, $\Delta^N X^{n'}$ が求められねばならないといえる。

この場合には式 (6-2-16), (6-2-17), (6-2-19) などのように、

$\frac{^m Y^*}{^m X^*}$, $\frac{^* Y^{n'}}{^* X^{n'}}$ にもとづいて将来の分布交通量を推定する場合と当然異なつた分布交通量がえられ、抜本的な副都心造成や都心再開発の推進、大住宅団地の開発などが行なわれる場合など、とくに増加率にもとづく方法による矛盾が現実即したODの構成に修正される意義が大きい。

このように各地区の需要・供給就業人口の増分 $\Delta^m X^*$, $\Delta^* X^{n'}$ によつて将来の分布交通量を予測しようとする場合、すでにのべた Detroit 法、Fratar 法、塚原法などの計算法を直ちに適用することはできない。なぜならば、これらはいずれも $\frac{^m Y^*}{^m X^*}$, $\frac{^* Y^{n'}}{^* X^{n'}}$ が将来の分布交通量の基礎となつてゐるからである。したがつて、これらの代わりに $\Delta^m X^*$, $\Delta^* X^{n'}$ にもとづく収束計算法が必要であり、その場合の第1次近似値を求める方法をのべる。

〔2〕 分布交通量の第1次近似値

まず地区 m から地区 n' に流入する労働力人口の増分 $\Delta^m X^{n'}$ が、通勤目的地のいかんによつて住宅地区を選定する場合の条件について考察する。

図 6-4-1 は供給地区を $m=1, 2, 3, 4$ 、需要地区を $n'=1', 2', 3'$ に分割した場合のモデルを示す。図において

$^m X^{n'}$: m 地区から n' 地区への昼間流入人口

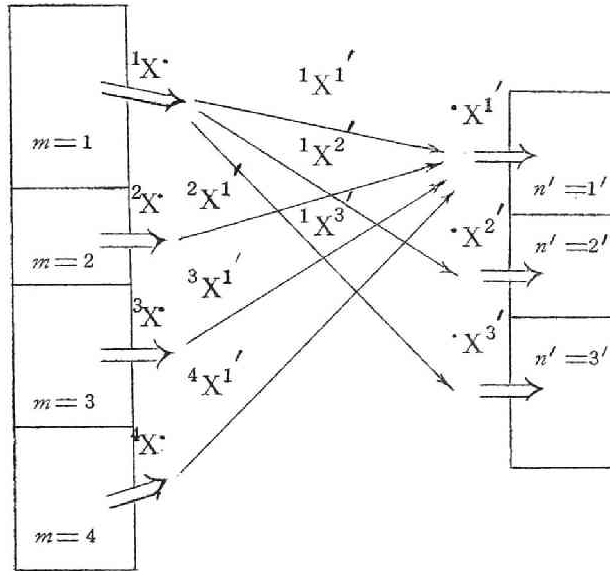
$^m X^*$: m 地区から $n'=1' \sim 3'$ 地区への昼間流出人口合計

$^* X^{n'}$: $m=1 \sim 4$ 地区から n' 地区への昼間流入人口合計

このモデルにおいて、 $m \rightarrow n'$ の両地区間について、すでに第3章 §3 のべたように、式 (3-3-1) すなわち

$$^m p^{n'} = ^m X^{n'} \frac{^* X^*}{^m X^* \cdot ^* X^{n'}}$$

図 6-4-1 近郊から都心への地区間流入比率のモデル



による ${}^m p^{n'}$ を用いることとする。

この ${}^m p^{n'}$ の値は労働力供給地区 m と需要地区 n' の間の結合度を、この交通圏全体の標準を1として表わした指数と考えることができる。

さきにも述べたように、各近郊地区の供給人口の増分 $\Delta^m X^*$ の通勤目的地、各都心地区の需要人口増分 $\Delta^* X^{n'}$ の供給地のそれぞれの比率に関しても、一般には ${}^m p^{n'}$ の結合度がそのまま適合すると考えられるから

$$\frac{\Delta^m X^{n'}}{\Delta^m X^*} = {}^m p^{n'} \frac{\Delta^* X^{n'}}{\Delta^* X^*} \quad (6-4-1)$$

すなわち

$$\Delta^m X^{n'} = {}^m p^{n'} \frac{\Delta^m X^* \Delta^* X^{n'}}{\Delta^* X^*} \quad (6-4-2)$$

が成立する。この式において

$$\Delta^* X^{n'} = {}^* Y^{n'} - {}^* X^{n'}, \quad \Delta^m X^* = {}^m Y^* - {}^m X^*,$$

$$\Delta^* X^* = {}^* Y^* - {}^* X^*,$$

であり、また ${}^m p^{n'}$ は式 (3-3-1) によつていずれも既知であるから、式 (6-4-2) により $\Delta^m X^{n'}$ を求めることができる。

また式 (6-4-2) の代わりに

$$\begin{aligned}\Delta^m X^{n'} &= \frac{1}{2} \left(\frac{{}^m X^{n'}}{{}^m X^*} \Delta^m X^* + \frac{{}^m X^{n'}}{{}^{\cdot} X^{n'}} \Delta^{\cdot} X^{n'} \right) \\ &= \frac{{}^m X^{n'}}{2} \left(\frac{\Delta^m X^*}{{}^m X^*} + \frac{\Delta^{\cdot} X^{n'}}{{}^{\cdot} X^{n'}} \right) \quad (6-4-3)\end{aligned}$$

によつて $\Delta^m X^{n'}$ を求めることもできるが、この場合の OD 表 $[\Delta^m X^{n'}]$ は式 (6-4-2) の場合と当然異なつた構成となる。

こうしてえた $\Delta^m X^{n'}$ はいずれも第 1 次近似値であるから、 $\Delta^m X_{(1)}^{n'}$ と記すと、 $\sum_m \Delta^m X^{n'}$ および $\sum_{n'} \Delta^m X_{(1)}^{n'}$ は、一般に $\Delta^{\cdot} X^{n'}$ 、 $\Delta^m X^*$ に一致しないので、その偏差が許容範囲を超える場合、つぎの収束計算が行なわれる。

〔3〕 分布交通量の収束計算法

本節〔2〕にのべたように、式 (6-4-2) または式 (6-4-3) によつて第 1 次近似値がえられた場合、人口増分に関する OD 表は表 6-4-1 (1) のようになる。すなわち、表 6-2-1 と同じ構成であるから、第 2 次近似値以後においては増加率

$$\frac{\Delta^m X^*}{\Delta^m X_{(l-1)}^*}, \frac{\Delta^{\cdot} X^{n'}}{\Delta^{\cdot} X_{(l-1)}^{n'}} \quad (l \geq 2)$$

を用いることにより、§ 2 にのべたそれぞれの収束計算法の考え方を以下のように適用できることになる。

a) Detroit 法

$$\begin{aligned}\Delta^m X_{(l)}^{n'} &= \Delta^m X_{(l-1)}^{n'} \times \frac{\Delta^m X^*}{\Delta^m X_{(l-1)}^*} \times \frac{\Delta^{\cdot} X^{n'}}{\Delta^{\cdot} X_{(l-1)}^{n'}} \times \frac{\Delta^{\cdot} X_{(l-1)}^*}{\Delta^{\cdot} X^*} \\ &= {}^m p_{(l-1)}^{n'} \frac{\Delta^m X^* \Delta^{\cdot} X^{n'}}{\Delta^{\cdot} X^*} \quad (l \geq 2) \quad (6-4-4)\end{aligned}$$

表 6-4-1 $\Delta^m X^{n'}$ の収束計算(1) $\Delta^m X^{n'}$ の第 1 近似値

| | | | | | | |
|----------------------|----------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|----------------------|
| $\Delta^1 X_{(1)}^1$ | $\Delta^1 X_{(1)}^2$ | ..... | $\Delta^1 X_{(1)}^{n'}$ | ..... | $\Delta^1 X_{(1)}^{N'}$ | $\Delta^1 X_{(1)}^*$ |
| $\Delta^2 X_{(1)}^1$ | $\Delta^2 X_{(1)}^2$ | ..... | $\Delta^2 X_{(1)}^{n'}$ | ..... | $\Delta^2 X_{(1)}^{N'}$ | $\Delta^2 X_{(1)}^*$ |
| \vdots | \vdots | | \vdots | | \vdots | \vdots |
| $\Delta^m X_{(1)}^1$ | $\Delta^m X_{(1)}^2$ | ..... | $\Delta^m X_{(1)}^{n'}$ | ..... | $\Delta^m X_{(1)}^{N'}$ | $\Delta^m X_{(1)}^*$ |
| \vdots | \vdots | | \vdots | | \vdots | \vdots |
| $\Delta^M X_{(1)}^1$ | $\Delta^M X_{(1)}^2$ | ..... | $\Delta^M X_{(1)}^{n'}$ | ..... | $\Delta^M X_{(1)}^{N'}$ | $\Delta^M X_{(1)}^*$ |
| $\Delta^* X_{(1)}^1$ | $\Delta^* X_{(1)}^2$ | ..... | $\Delta^* X_{(1)}^{n'}$ | ..... | $\Delta^* X_{(1)}^{N'}$ | $\Delta^* X_{(1)}^*$ |

(2) 求めるべき行列

| | |
|---|----------------|
| | $\Delta^1 X^*$ |
| | $\Delta^2 X^*$ |
| | \vdots |
| $\Delta^m X^{n'} = ?$ | $\Delta^m X^*$ |
| | \vdots |
| | $\Delta^M X^*$ |
| $\Delta^* X^1 \quad \Delta^* X^2 \quad \dots \quad \Delta^* X^{n'} \quad \dots \quad \Delta^* X^{N'}$ | $\Delta^* X^*$ |

$$\text{c) } {}^m P_{(l-1)}^{n'} = \frac{\Delta^m X_{(l-1)}^{n'}}{\Delta^m X_{(l-1)}^*} \cdot \frac{\Delta^* X_{(l-1)}^*}{\Delta^* X_{(l-1)}^{n'}}$$

b) Fratar 法

$$\begin{aligned} \Delta^m X_{(l)}^{n'} &= \Delta^m X_{(l-1)}^{n'} \times \left(\frac{\Delta^m X^*}{\Delta^m X_{(l-1)}^{n'*}} \times \frac{\Delta^* X^{n'}}{\Delta^* X_{(l-1)}^{n'}} + \frac{\Delta^* X^{n'}}{\Delta^* X_{(l-1)}^{n'*}} \times \frac{\Delta^m X^*}{\Delta^m X_{(l-1)}^*} \right) \\ &\quad \times \frac{1}{2} \quad (l \geq 2) \end{aligned} \quad (6-4-5)$$

ここに

$$\begin{aligned} \Delta^m X_{(l-1)}^* &= \sum_{n'} \left(\Delta^m X_{(l-1)}^{n'} \times \frac{\Delta^* X_{(l-1)}^{n'}}{\Delta^* X_{(l-1)}^{n'}} \right) \\ \Delta^* X_{(l-1)}^{n'} &= \sum_m \left(\Delta^m X_{(l-1)}^{n'} \times \frac{\Delta^m X_{(l-1)}^*}{\Delta^m X_{(l-1)}^*} \right) \end{aligned}$$

c) 調整行和・列和を用いる一定係数法

$$\Delta^m X_{(l)}^{n'} = \Delta^m X_{(l-1)}^{n'} \times \frac{\Delta^m X_{(l-1)}^*}{\Delta^m X_{(l-1)}^*} \times \frac{\Delta^* X_{(l-1)}^{n'}}{\Delta^* X_{(l-1)}^{n'}} \times \frac{\Delta^* X_{(l-1)}^*}{\Delta^* X_{(l-1)}^*} \quad (l \geq 2) \quad (6-4-6)$$

ここに $\Delta^m X_{(l-1)}^*$, $\Delta^* X_{(l-1)}^{n'}$ は式(6-4-5)と同じ。

式(6-4-2~6)によつてえられる $\Delta^m X_{(l)}^{n'}$ は、都市の通勤分布交通量に関して通常の Detroit 法、Fratrar 法などによる ${}^m X_{(l)}^{n'}$ とくらべ、都市における将来の分布交通量の変化の性格に対応している点からみて、より合理的な値を与えるといえる。ただし、式(6-4-2~6)によれば、OD交通量の予測値は § 2 にのべた収束計算法よりは合理化されるとしても、現実の需要予測に際しては、反覆計算により高められる推計の精度は必ずしも反覆回数に比例するとはいえない。その理由はつぎのとおりである。

- 1) 式(6-4-2)および(6-4-3)に示す将来OD表の要素 Y_{ij} がもつべき性格が、厳密に将来の地区間の現実の依存関係として保たれるという理論的根拠に乏しい。
- 2) 将来における想定値 $Y_{i.}$, $Y_{.j}$ が強制力を伴う計画でないとすれば、将来における分布交通量 Y_{ij} の合計を厳密にこの値に収束させることに実質的な意味がない。

したがつて、ここにのべた収束計算の繰り返しは、いわば式(6-4-4・5・6)における $\sum_j \Delta X_{ij}^{(l)}$, $\sum_i \Delta X_{ij}^{(l)}$ をそれぞれ限りなく $\Delta X_{i.}$, $\Delta X_{.j}$ に近づけるような $[\Delta X_{ij}^{(l)}]$ をなるべく少ない計算によつて求めるための手法にすぎないともいえる。したがつて現実の需要予測に際しては、計算量のぼう大さ

さと計算結果の収束誤差の少なさに比例してその精度を過信することは誤りであるから、必要な精度がえられるという前提において収束計算の労力と費用の浪費を避ける配慮が必要である。

§ 5 大都市における適用例

ここにのべた分布交通量の予測の方法を適用して都市におけるゾーン相互間の将来通勤OD表を試算し、式(6-2-16)、(6-2-19)、(6-4-5)、(6-4-6)のそれぞれによる計算値と収束度を比較する。

ここでは1つの例として東京通勤圏をとりあげ、昭和35年度の現在パターンにもとずいて昭和45年度の通勤OD表を推計する。

すなわち、すでに掲げた附表3-3-1に示す現在のOD表を基礎とし、つぎに示す各ゾーンごとの発生・吸収量 $Y_{i.}$ 、 $Y_{.j}$ の予測値を与えて、昭和45年の通勤分布交通量 Y_{ij} を試算する。

$Y_{i.}$ ：東京都資料¹⁰⁾による近郊地域夜間人口の予測値に現在における通勤発生率をそのまま適用して求めた。

$Y_{.j}$ ：東京都資料¹¹⁾の都心地区における労働力需要人口の予測値を参考として、上に求めた発生人口合計を各吸収地区に配分した。

こうして求めた $Y_{i.}$ 、 $Y_{.j}$ を表6-5-1に示す。さらにそれぞれの労働力供給・需要地区における昭和35年から45年にいたる期間の労働力供給・需要人口の増分 $\Delta X_{i.}$ 、 $\Delta X_{.j}$ も表6-5-1に付記した。

これらの数値を用い、つぎの4つの収束計算法を適用して試算を行なった。

(1) 労働力供給・需要人口の増加率による通常のFratar法

式(6-2-16)

(2) 同じく増加率について調整行和・列和を用いる一定係数法

式(6-2-19)

(3) 労働力供給・需要人口の増分によるFratar法

式(6-4-2)、(6-4-5)

(4) 同じく増分について調整行和・列和を用いる一定係数法

式(6-4-2)、(6-4-6)

このそれぞれの計算法による将来OD表の収束度として

表 6-5-1(1) 通勤・O D 表 (昭和35年度) (単位 千人/日)

| 流出 | 流入 | 環状線内 | | | | | | | | | | 西 | | 北 | | 東 | | 南 | | 東京圏内 その他 | 35年 計 | 45年 推測値 | ΔX _j (45)-(35) |
|----------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|---------|-------|------|---|---|--|-------------|----------|------------|------------------------------|
| | | 千代田区 | 中央区 | 文京区 | 新宿区 | 渋谷区 | 豊島区 | 台東区 | 港区 | 品川区 | 大田区 | 神奈川県 | 神奈川県 | | | | | | | | | | |
| 環状線内 | 千代田区 | — | 3.5 | 1.6 | 1.5 | 0.5 | 0.5 | 0.9 | 1.9 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 3.1 | 14.6 | 0 | | | | | | | | |
| | 中央区 | 5.0 | — | 1.0 | 0.9 | 0.5 | 0.4 | 1.1 | 2.3 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 4.5 | 17.2 | 0 | | | | | | | | |
| | 文京区 | 20.1 | 11.7 | — | 5.4 | 1.4 | 3.6 | 5.1 | 4.7 | 0.9 | 0.7 | 1.3 | 12.7 | 67.6 | 70.8 | 3.2 | | | | | | | |
| 西 | 新宿区 | 29.5 | 19.1 | 6.7 | — | 5.9 | 5.3 | 3.4 | 9.6 | 2.5 | 1.7 | 2.4 | 23.0 | 109.1 | 121.0 | 11.9 | | | | | | | |
| | 渋谷区 | 18.1 | 14.1 | 2.6 | 9.4 | — | 2.0 | 1.9 | 10.8 | 3.3 | 1.9 | 2.7 | 19.5 | 86.3 | 96.2 | 9.9 | | | | | | | |
| | 世田谷区 | 40.1 | 28.8 | 5.0 | 13.8 | 18.7 | 3.6 | 3.3 | 21.1 | 9.1 | 7.2 | 11.4 | 34.5 | 196.6 | 258.0 | 61.4 | | | | | | | |
| | 中野区 | 27.5 | 17.0 | 4.5 | 17.9 | 6.3 | 4.0 | 2.8 | 8.7 | 2.4 | 1.6 | 2.2 | 26.3 | 121.2 | 145.0 | 23.8 | | | | | | | |
| 北 | 杉並区 | 41.3 | 26.1 | 5.4 | 16.5 | 8.1 | 3.7 | 3.4 | 13.1 | 3.1 | 2.0 | 3.0 | 37.5 | 163.2 | 207.0 | 43.8 | | | | | | | |
| | 練馬区 | 16.9 | 11.4 | 5.9 | 7.8 | 2.3 | 9.4 | 2.8 | 5.1 | 1.5 | 0.9 | 1.1 | 26.0 | 91.1 | 162.0 | 70.9 | | | | | | | |
| | 豊島区 | 20.8 | 15.6 | 11.1 | 10.0 | 3.0 | — | 5.2 | 6.8 | 1.9 | 1.3 | 1.7 | 28.7 | 106.1 | 123.0 | 16.9 | | | | | | | |
| | 板橋区 | 16.0 | 10.5 | 8.6 | 6.0 | 2.2 | 11.9 | 3.6 | 4.9 | 1.6 | 1.0 | 1.1 | 22.4 | 89.8 | 128.0 | 38.2 | | | | | | | |
| 東 | 埼玉県 | 32.1 | 24.1 | 7.6 | 8.6 | 3.4 | 12.3 | 13.8 | 11.9 | 3.3 | 2.3 | — | 81.8 | 201.2 | 250.0 | 48.8 | | | | | | | |
| | 荒川区 | 7.2 | 6.7 | 3.2 | 1.7 | 0.6 | 1.7 | 9.1 | 3.2 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 16.2 | 51.6 | 56.2 | 4.6 | | | | | | | |
| | 台東区 | 9.0 | 8.5 | 3.9 | 2.0 | 0.8 | 1.3 | — | 3.2 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 13.2 | 44.1 | 44.1 | 0 | | | | | | | |
| | 墨田区 | 6.5 | 6.1 | 2.1 | 1.1 | 0.5 | 0.5 | 5.2 | 2.0 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 15.0 | 40.5 | 41.8 | 1.3 | | | | | | | |
| 南 | 江東区 | 8.1 | 13.8 | 1.9 | 1.4 | 0.6 | 0.5 | 2.6 | 3.1 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 16.3 | 50.5 | 59.0 | 8.5 | | | | | | | |
| | 足立区 | 9.3 | 8.4 | 2.8 | 1.7 | 0.7 | 1.6 | 10.1 | 3.7 | 1.0 | 0.7 | 0.7 | 29.5 | 70.2 | 95.0 | 24.8 | | | | | | | |
| | 葛飾区 | 10.2 | 8.9 | 2.3 | 1.7 | 0.7 | 1.2 | 6.8 | 3.7 | 0.9 | 0.7 | 0.8 | 37.7 | 75.6 | 103.0 | 27.4 | | | | | | | |
| | 江戸川区 | 9.4 | 8.8 | 1.9 | 1.7 | 0.7 | 0.6 | 3.7 | 3.1 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 35.6 | 67.7 | 90.0 | 22.3 | | | | | | | |
| 都 | 茨城県 | 3.6 | 2.2 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 0.6 | 2.0 | 1.4 | 0.4 | 0.4 | — | 7.1 | 19.7 | 24.4 | 4.7 | | | | | | | |
| | 千葉県 | 27.2 | 21.9 | 5.3 | 4.3 | 1.7 | 1.8 | 10.2 | 8.3 | 1.9 | 1.4 | — | 62.1 | 146.1 | 181.0 | 34.9 | | | | | | | |
| | 港区 | 12.7 | 12.5 | 1.5 | 2.5 | 3.2 | 0.9 | 1.2 | — | 3.4 | 1.9 | 2.4 | 7.8 | 50.0 | 50.7 | 0.7 | | | | | | | |
| | 品川区 | 15.3 | 15.4 | 1.9 | 3.3 | 3.8 | 1.1 | 1.9 | 18.3 | — | 14.1 | 8.0 | 16.3 | 99.4 | 109.0 | 9.6 | | | | | | | |
| 都 | 目黒区 | 15.0 | 12.5 | 2.7 | 4.3 | 7.8 | 1.3 | 1.5 | 12.9 | 10.1 | 5.3 | 5.9 | 13.6 | 92.9 | 107.0 | 14.1 | | | | | | | |
| | 大田区 | 23.0 | 20.4 | 2.6 | 4.3 | 4.5 | 1.5 | 2.6 | 20.3 | 22.0 | — | 24.1 | 19.3 | 144.6 | 173.0 | 28.4 | | | | | | | |
| | 神奈川県 | 47.5 | 35.1 | 5.4 | 9.7 | 8.7 | 2.7 | 4.3 | 29.2 | 18.1 | 40.9 | — | 39.9 | 241.5 | 300.0 | 58.5 | | | | | | | |
| | 市部 | 27.8 | 16.4 | 3.7 | 12.3 | 6.4 | 2.5 | 2.3 | 8.6 | 2.7 | 1.9 | 10.2 | 96.0 | 190.8 | 264.0 | 73.2 | | | | | | | |
| 都 | 下都 | 15.6 | 9.2 | 2.8 | 9.1 | 3.3 | 3.5 | 1.6 | 5.6 | 1.7 | 1.0 | 3.0 | 80.0 | 136.4 | 220.6 | 84.2 | | | | | | | |
| | 都部 | 3.5 | 2.1 | 0.8 | 1.1 | 0.6 | 0.6 | 1.5 | 1.3 | 0.5 | 0.5 | — | 8.8 | 21.3 | 26.3 | 5.0 | | | | | | | |
| | 山梨・長野・新潟・群馬・栃木・茨城・千葉・埼玉 | 538.5 | 407.2 | 113.9 | 166.5 | 99.1 | 87.9 | 122.6 | 236.4 | 98.4 | 94.6 | 88.7 | 866.1 | 2,919.9 | — | — | | | | | | | |
| | 35年計 | 728.5 | 517.2 | 123.9 | 266.5 | 159.1 | 167.9 | 132.6 | 296.4 | 118.4 | 124.6 | 98.7 | 936.1 | — | — | — | | | | | | | |
| 45年推測値 | | 190.0 | 110.0 | 10.0 | 100.0 | 60.0 | 80.0 | 10.0 | 60.0 | 20.0 | 30.0 | 10.0 | 70.0 | — | — | — | | | | | | | |
| ΔX _j =(45)-(35) | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | | | |
| 45年推測値 | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | | | |
| ΔX _j =(45)-(35) | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | | | |

表 6-5-1(2)各ゾーンの流出・流入人口(昭.35.45年)

| 地域別 | | 流出人口 | | | 流入人口 | | |
|----------------------|----------------------|-------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------|
| 方面別 | ゾーン別 | 昭35年 実績値 | 昭45年 推測値 | 45年-35年 ($\Delta X_{i.}$) | 昭35年 実績値 | 昭45年 推測値 | 45年-35年 ($\Delta X_{.j}$) |
| 環 状 内 | 千代田区 | 14.6 | 14.6 | 0 | 538.5 | 728.5 | 190.0 |
| | 中央区 | 17.2 | 17.2 | 0 | 407.2 | 517.2 | 110.0 |
| | 文京区 | 67.6 | 70.8 | 3.2 | 113.9 | 123.9 | 10.0 |
| 西 | 新宿区 | 109.1 | 121.0 | 11.9 | 166.5 | 266.5 | 100.0 |
| | 渋谷区 | 86.3 | 96.2 | 9.9 | 99.1 | 159.1 | 60.0 |
| | 世田谷区 | 196.6 | 258.0 | 61.4 | | | |
| | 中野区 | 121.2 | 145.0 | 23.8 | | | |
| | 杉並区 | 163.2 | 207.0 | 43.8 | | | |
| 北 | 練馬区 | 91.1 | 162.0 | 70.9 | | | |
| | 豊島区 | 106.1 | 123.0 | 16.9 | 87.9 | 167.9 | 80.0 |
| | 北区 | 113.0 | 132.0 | 19.0 | | | |
| | 板橋区 | 89.8 | 128.0 | 38.2 | | | |
| | 埼玉県 | 201.2 | 250.0 | 48.8 | | | |
| 東 | 荒川区 | 51.6 | 56.2 | 4.6 | | | |
| | 台東区 | 44.1 | 44.1 | 0 | 122.6 | 132.6 | 10.0 |
| | 墨田区 | 40.5 | 41.8 | 1.3 | | | |
| | 江東区 | 50.5 | 59.0 | 8.5 | | | |
| | 足立区 | 70.2 | 95.0 | 24.8 | | | |
| | 葛飾区 | 75.6 | 103.0 | 27.4 | | | |
| | 江戸川区 | 67.7 | 90.0 | 22.3 | | | |
| | 茨城県 | 19.7 | 24.4 | 4.7 | | | |
| 南 | 千葉県 | 146.1 | 181.0 | 34.9 | | | |
| | 港区 | 50.0 | 50.7 | 0.7 | 236.4 | 296.4 | 60.0 |
| | 品川区 | 99.4 | 109.0 | 9.6 | 98.4 | 118.4 | 20.0 |
| | 目黒区 | 92.9 | 107.0 | 14.1 | | | |
| | 大田区 | 144.6 | 173.0 | 28.4 | 94.6 | 124.6 | 30.0 |
| 山梨・静岡・栃木 群馬・長野 累計 | 神奈川県 | 241.5 | 300.0 | 58.5 | 88.7 | 98.7 | 10.0 |
| | 都市市部 | 190.8 | 264.0 | 73.2 | | | |
| 都 下 郡 部 | 都下郡部 | 136.4 | 220.6 | 84.2 | | | |
| | 山梨・静岡・栃木 群馬・長野 累計 | 21.3 | 26.3 | 5.0 | | | |
| (流入人口の空白欄の合計) | | | | | 866.1 | 936.1 | 70.0 |
| 合 計 | | 2,919.9 | 3,669.9 | 750.0 | 2,919.9 | 3,669.9 | 750.0 |

$$|Y_{i.} - \sum_j X_{ij}^{(l)}| = \epsilon_{i.}^{(l)}$$

および

$$|Y_{.j} - \sum_i X_{ij}^{(l)}| = \epsilon_{.j}^{(l)}$$

を計算したのが表 6-5-2 である。

表 6-5-2 4つの計算法の収束度の比較

| | 増 加 率 法 | | | | 増 分 法 | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Fratar 法 | | 一定係数法 | | Fratar 法 | | 一定係数法 | |
| | $\epsilon_{i.}^{(l)}$ | $\epsilon_{.j}^{(l)}$ | $\epsilon_{i.}^{(l)}$ | $\epsilon_{.j}^{(l)}$ | $\epsilon_{i.}^{(l)}$ | $\epsilon_{.j}^{(l)}$ | $\epsilon_{i.}^{(l)}$ | $\epsilon_{.j}^{(l)}$ |
| 1 | 60,856 | 43,808 | 20,086 | 28,437 | 125,466 | 68,962 | 125,466 | 68,962 |
| 2 | 9,873 | 10,760 | 2,779 | 2,787 | 10,664 | 10,890 | 7,056 | 5,996 |
| 3 | 2,497 | 2,275 | 382 | 364 | 2,241 | 1,787 | 467 | 717 |
| 4 | 633 | 567 | 65 | 57 | 468 | 364 | 37 | 101 |
| 5 | 165 | 145 | 32 | 42 | 113 | 101 | 19 | 33 |
| 6 | 55 | 55 | 33 | 41 | 35 | 48 | 19 | 25 |
| 7 | 44 | 44 | 41 | 51 | 25 | 31 | 18 | 26 |
| 計算所要時分 (第7次まで) | 2分00秒 | | 1分55秒 | | 1分50秒 | | 1分48秒 | |

この表において、たとえば、第5次近似値の収束度を比較すると、

1. 増分による一定係数法
2. 増加率による一定係数法
3. 増分による Fratar 法
4. 増加率による Fratar 法

の順に次第に収束度が悪くなる。また増分、増加率のいずれによつても、表 6-5-2 に示す $\epsilon_{i.}^{(l)}$ 、 $\epsilon_{.j}^{(l)}$ の値に大きな差があることから、式 (6-2-19)、(6-4-6) に示す一定係数法は Fratar 法より収束度が高いといえる。

本章 § 2 にのべた収束計算法のうち、平均係数法、Detroit 法、Fratar

法により、実例について計算すると、収束度は Fratar 法が格段に傑出していることが知られている。¹²⁾¹³⁾しかし、式(6-2-19)および式(6-4-6)に示す計算法(調整行和・列和を用いる一定係数法)は、表6-5-2のように Fratar 法よりさらに収束度が高いことから、この種の分布交通量の計算のために有効に適用すべきであるといえる。

さきにのべた4つの収束計算法のうち、(1)、(4)による将来OD表を付表6-5-1(1)、(2)に、また千代田区・新宿区に対する各地区からの昼間流入人口の計算値の相違を付図6-5-1(1)、(2)に示す。

この場合、さきにのべた4つの収束計算法は、基礎条件がそれぞれ相違しているが、増加率によることを共通とする(1)、(2)の計算法と、増分によることを共通とする(3)、(4)は、それぞれほとんど等しい値に収束している。このことは、すでに本章§4にのべたように、都市の通勤OD表の推計に際しては労働力供給・需要人口の増分によることがのぞましいから、通常の Fratar 法のように人口増加率による場合の予測値に含まれると考えるべき誤差の範囲を示すものといえる。すでにのべた方法(1)による将来OD表の各要素と、方法(4)のそれに対応する各要素との差を付表6-5-2に示す。

以上4つの計算法を要するに

- a) 収束度については一定係数法が Fratar 法よりすぐれている。
- b) 将来OD表の各要素は労働力供給・需要人口の増加率ではなく増分にもとづく収束計算の方が、将来の分布交通量をより正しく推計するものといえる。

したがって、通勤OD交通量の推計に際しては、方法(4)、すなわち人口増分による一定係数法が他にくらべて優れた方法であるといえることができる。

§6 結 語

計画対象地域の各ゾーンごとの発生交通量が推定された場合に、まず各ゾーン相互の分布交通量を推計する必要がある。

本章では、この分布交通量推定の方法、分布交通量の推定値と発生交通量との間の誤差の収束計算について従来の方法をのべ、さらに都市の通勤交通に関しては通勤OD表の性格からみて、人口増分を取り扱うべきことと、そ

の方法について考察し、東京通勤圏における昭和 45 年度の試算値によつて従来の方法との比較を行なつた。

すなわちまずその分布交通量推定の方法には重力モデル法と現在パターン法があることをのべ、大都市の通勤交通に関しては発生交通量と交通抵抗以外に分布交通量をより大きく支配する要素があると考えられるため、重力モデル法は適切でない場合があることを指摘した。

つぎに現在パターン法では、まず現在OD表のいかなる性格が将来に保たれるとするかによつて将来OD表が相違するが、いずれの場合にも、ゾーン相互間交通量の推定値のゾーンごとの合計が発生交通量と一致しないため収束計算を必要とする。そのための従来の方法として平均係数法、Detroit法、Fratar法、塚原法と調整行和・列和を用いる一定係数法などの収束計算法の一般式をのべた。

また都市における将来の通勤OD表の性格については、通勤時間帯における交通の方向性に着目し、発生ゾーンと吸収ゾーンを限定しても現実の計画に十分な近似値が得られること、および分布交通量の予測に際しては、従来の方法のように各ゾーンにおける発生・吸収人口の増加率ではなくその増分を取り扱うことが必要かつ十分条件であることを指摘し、その近似値の求め方を明らかにした。

すなわち、人口増分分布交通量の収束計算法については Detroit 法、Fratar 法、調整行和・列和を用いる一定係数法にこれを適用した場合の収束計算法をのべ、さらに都市通勤分布交通量の推計に関して従来の方法より合理的であることをのべた。

この方法を適用し、昭和 35 年の通勤OD表にもとづく昭和 45 年の東京通勤圏の分布交通量を試算し、各ゾーンの人口増加率による従来の方法にくらべ合理的な予測値が得られること、収束度がより高いことなどを明らかにした。

参 考 文 献

- 1) 天野光三： 都市交通網における通勤輸送需要の予測について。
土木学会論文集，第124号，昭40.12，土木学会（登載決定）
- 2) 米谷栄二・渡辺新三・毛利正光： 交通工学第8章道路交通量の推定，1965，
国民科学社，pp. 169～196.
- 3) 佐々木恒一・小林八一： 道路交通量の推定， 昭37.10，交通日本社，pp. 71～82.
- 4) 加藤 晃： 道路網の交通量配分に関する基礎的研究，（未発表） pp. 56～84.
- 5) 米谷栄二： 起終点調査にもとづく街路網計画について，
土木学会論文集，34号，1956.5.
- 6) W.L.Mertz : Traffic Assignment to Street and Freeway Systems,
Traffic Engineering, July 1960.
- 7) T.J.Fratar : Forecasting Distribution of Internal Vehicular
Trips by Successive Approximations,
Proceedings of the Thirtythird Annual Meeting
of Highway Research Board. 1954.
- 8) 横山勝義編： 輸送・運搬におけるOR技法， 昭39.10，培風館，pp. 85～92.
- 9) 昭和35年国勢調査による東京都屋間人口の集計報告，
昭37.3，東京都，pp. 26～45.
- 10) 東京都区市町村別将来人口推計結果報告， 昭37.7， 東京都.
- 11) 東京都長期計画， 昭38.2， 東京都， pp. 44～45. その他.
- 12) 前 掲 4) pp. 77～79.
- 13) 建設省 近畿地方建設局編： 大阪周辺における交通量の解析と推計方法について，
1963.4.
- 14) W.L.Grecco and S.M.Breuning :
Application of System Engineering Methods to Traffic Forecasting,

Highway Research Board, Bulletin 347. 1962. pp. 10 ~ 23.

第7章 通勤経路の選定に関する考察

§ 1 概 説

近年の都市の発展、都市人口の増加には目覚ましいものがあり、市街地は周辺地域に拡がってゆくが、都心に到達するための所要時分の短い交通路線に沿って伸び率が著るしいことはすでに第2章§2にのべたとおりである。本章では都心に流入するための交通路線と都市近郊の人口増加との関係、および各交通路線の輸送需要などを考察するための基礎条件として、まず都市高速鉄道を取りあげ、その駅整圏の形成要因に関する分析を行なう。

以下本文においては、

「高速鉄道の任意の駅を通勤のための経路として利用する通勤者の大部分が居住している地域をその駅の駅勢圏という」

こととし、§2にのべるように、すべての地域をそれぞれ単一の駅勢圏に分割する場合とともに、一つの地点が二つ以上の駅勢圏に重複して考えられる場合をも取り扱うものとする。

まず一般に駅勢圏はそれぞれの鉄道路線の特性にもとずき、通勤者の自由選択によつて形成される。そうしてその結果は各駅の乗降者数ひいては各区间ごとの通過交通量となつてあらわれるから、駅勢圏の変化は都市鉄道の通勤輸送需要に変化をもたらす根源であるといふことができる。言い換えれば都市鉄道における通勤輸送需要は各駅勢圏の形成条件によつて支配されるともいいうる。

その場合、通勤者が利用ルートを選定し、駅勢圏が形成されるための各路線の比較条件としては、たとえばつぎのような要素をあげることができる。

(1) 居住地から就業地までの時間距離

居住地から駅までの時間距離と、その駅から就業地までの時間距離の和であつて、たとえば駅まではA路線の方が早いから駅から就業地まではB路線の方が早いとか、同じ路線でも急行停車駅から乗車する方が有利という場合もある。さらに電車の表定速度の大小や、運行回数も

時間距離に当然関連がある。また乗換えを要する路線と直通運転の路線とでも乗換所要時分がそのまま時間距離に大きい相違を及ぼすこととなり、これによつて両路線の駅勢圏の形成が変化することは明らかである。

(2) 居住地から就業地までの通勤費用

通勤費用は居住地から駅までと、その駅から就業地までに分けられるが、その合計費用の大小は経路選定における一つの要素となる。

以上の時間距離や通勤費用のように、量的な取り扱いの容易な要素のほか、つぎのような精神的・肉体的な要素も通勤経路選定に影響することは容易に考えられる。

(3) 徒歩に伴なう負担

徒歩のために要する所要時分は(1)にとりあげたそれぞれの経路の時間距離のなかに当然含まれており、その大きさはそれぞれの経路による時間距離に影響を及ぼしている。

しかしもし仮りに時間距離の等しい2つの経路があり、そのうちどちらかの経路の徒歩距離が大きいとすれば、単に時間のみによつて評価しえない精神的・肉体的負担が大きく、他の経路に比して不利と判断する人が多くなる。

(4) 乗換えに伴なう負担

単に所要時分のみによつて経路を選定しえない要素としてつぎに乗換えがある。乗換えのための所要時分を加えても、目的地に確かに早く到着しうる経路が別にあつても、乗換回数や乗換え時の混雑などがより大きな負担となつてその経路が選ばれていないという例が多い。

(5) 車内の混雑に伴なう負担

車内の混雑がその度を増し、定員の約2倍を超えるようになると、精神的・肉体的負担は加速度的に大きくなる。この要素およびそれぞれの混雑度の継続時分が経路選定に大きな要素となつている。

このほか、座席確保の可能性や、ダイヤの正確度などの要素もあるが、要するにこれらは、乗換えや混雑を精神的・肉体的負担と感ずる個人差によつて相違し、さらにそれが各個人個人の出勤時間とその厳格さなどに関連し、

これらをすべて含めた総合的な比較によつて、最も有利とする通勤経路が選定される。

都市近郊における駅勢力圏形成のメカニズムを明らかにするためには当然これらの要素の分析が必要であるが、前掲(3)以下の精神的・肉体的要素は通勤経路選定に関する社会心理的要素ともいふべきものであつて計量化ははなはだ困難である。

本章においては、まずこれらの駅勢力圏の形成、ならびにその要因に関する従来の研究についてのべる。つぎに上掲の諸要素を総合して判断された結果が現在の駅勢力圏を形成している点に着目し、さまざまな輸送の質的条件をもつ鉄道路線の現状から前掲の各要素が駅勢力圏の形成に及ぼす影響を分析するための二・三の方法論を展開する。

まず§2路線勢力圏推定のための実査法と実験式においては、アンケートによる実査によつて現在の駅勢力圏を調査する従来の方法と、東京の一部地域におけるその調査結果の実験式についてのべる。

§3、§4においては§2のようにアンケートを実施することなく、諸種の統計値を利用することによつて駅勢力圏を推計する方法論を提案する。すなわち§3幾何学的路線勢力圏による推計法においては放射状鉄道路線のそれぞれの幾何駅勢力圏内通勤発生人口および各路線の輸送人員の実績値から、幾何駅勢力圏に対する比較によつて実際の駅勢力圏を推計する方法論を提案する。つぎに§4通勤費用-時分換算係数による推計法においては経路選択に関係する諸要素のうち、所要時分と通勤費用のみの相互比較によつて経路が決められると仮定する場合、所要時分と費用の換算係数を求め、これを基礎として駅勢力圏を推計する方法論を提案する。この方法によれば、たとえばスピードアップなど比較路線との将来の輸送の質的条件が相対的に変化する場合は駅勢力圏の変化、したがつてそれぞれの路線の将来の輸送需要をも予測することが出来るものであり、この方法を東京都品川・大田両区に適用して都心に対する通勤費用-時分換算係数を試算した結果についてのべる。

§5経路選定に関する社会心理的要素の計量化においては、前掲(3)~(5)の要素の通勤経路選定に対する影響を量的に分析することを目的とする3つの

方法論についてのべる。

まず〔1〕経路選定要因の判別関数においてはこの課題のための数少ない従来の方法の一つとして、日科技連の委員会による研究成果をのべる。すなわち路線を選ぶ理由となるパラメーターとして運賃・所要時分・徒歩距離・乗換回数の4つの要素を取りあげ、2つの路線の比較条件を調査するためのアンケート結果を分析して路線パラメーターを求め、それらを利用した路線選定の判別関数によつて、通勤者が路線を選ぶ構造の分析を試みたものである。

つぎに〔2〕経路選定要因の重回帰分析においては、通勤経路選定に関するすでにのべた諸種の要素を変数とし、各路線、各駅ごとの幾何駅勢圏の夜間人口に対する乗車実績の比率に関して、重回帰分析を適用する要因分析の手法を提示する。

また〔3〕実査データにもとづく経路選定要因の分析においては、通勤輸送経路の質的条件に関するアンケートの結果を利用し、各通勤経路の質的条件が経路選定におよぼす影響に関する分析を行なうための一つの方法を提案したものである。すなわちまず乗換回数と所要時分の関係のみを取りあげ、二つの路線の間の利用者数の分布状態から乗換え負担換算時分、すなわち乗換えに伴う精神的肉体的負担を所要時分の損失に換算する方法をのべる。さらにアンケートの回答数にもとづくウェイト付けによつて、通勤経路選定に関する諸種の条件を計量化する方法を提案する。

§ 2 路線勢力圏推定のための実査法と実験式

都市高速鉄道と沿線人口、駅勢圏に関してはすでに若干の研究が行なわれており、その概要をのべるとつぎのようである。

(1) 小田急線の駅勢圏人口の年度別推移

まず八十島義之助博士・藤崎清氏・大崎本一氏は、東京西郊にある小田急線の12駅について路線新設後、1957年に至るまでの駅勢圏人口をある仮定にもとずいて推定し、その変遷について分析を試みた。¹⁾

すなわち25,000分の1地形図上で判読される宅地、空地の区別のもとに、世田谷・渋谷両区の町丁目別人口密度によつて5年ごとに駅勢圏人口を算出

年 12 月現在の実態を分析したものである。この 2 駅が選定されたのは、前者は近辺に他の併行路線、交差路線が敷設されていて、互いに影響される駅勢圏であり、後者は他の路線より遠く離れて純粋に単独な駅勢圏を形成していると考えられるからである。

図 7-2-2 所要時分による駅勢圏と実査による駅勢圏の比較



まず、この周辺の公立中学生に交通調査用紙を配布し、世帯員の就業地、通勤利用機関、乗降駅、乗換駅、所要時分などをアンケートによつて調査した。その結果を図化した居住分布図上で、重複した 2 駅の駅勢圏境界をほぼ

2等分線に置換して1本としたのが図7-2-2に実線で示されており、これをもつて実駅勢圏と考えてよいことがのべられている。つぎに一つの駅勢圏の考え方として全所要時分最少という前提によつて駅勢圏を設定すると図7-2-2の破線となり、実駅勢圏と比較的よく一致することがわかつた。

そのほか、結論としてつぎの諸点が明らかにされた。

- a) 実駅勢圏の境界は隣接駅勢圏相互が入り混じり明確には定めえないが、はなはだしい混乱は見られない。
- b) 実駅勢圏を通勤・通学交通の別、急行電車停車の有無、利用路線方向などごとに別個に求めると境界の混乱は整理される。
- c) 類別された境界線は、時間的要素が非常に強く、それゆえに理論的に駅勢圏を描く場合は“全所要時間最少による設定法”によるのが最も実情に則している。
- d) 急行停車駅の駅勢圏はその駅から目的地への到達時間が短縮されただけ拡がっている。
- e) 郊外鉄道から離れた地域ではバス路線の影響圏が発生している。

(3) 中央線3駅の駅勢圏の分析

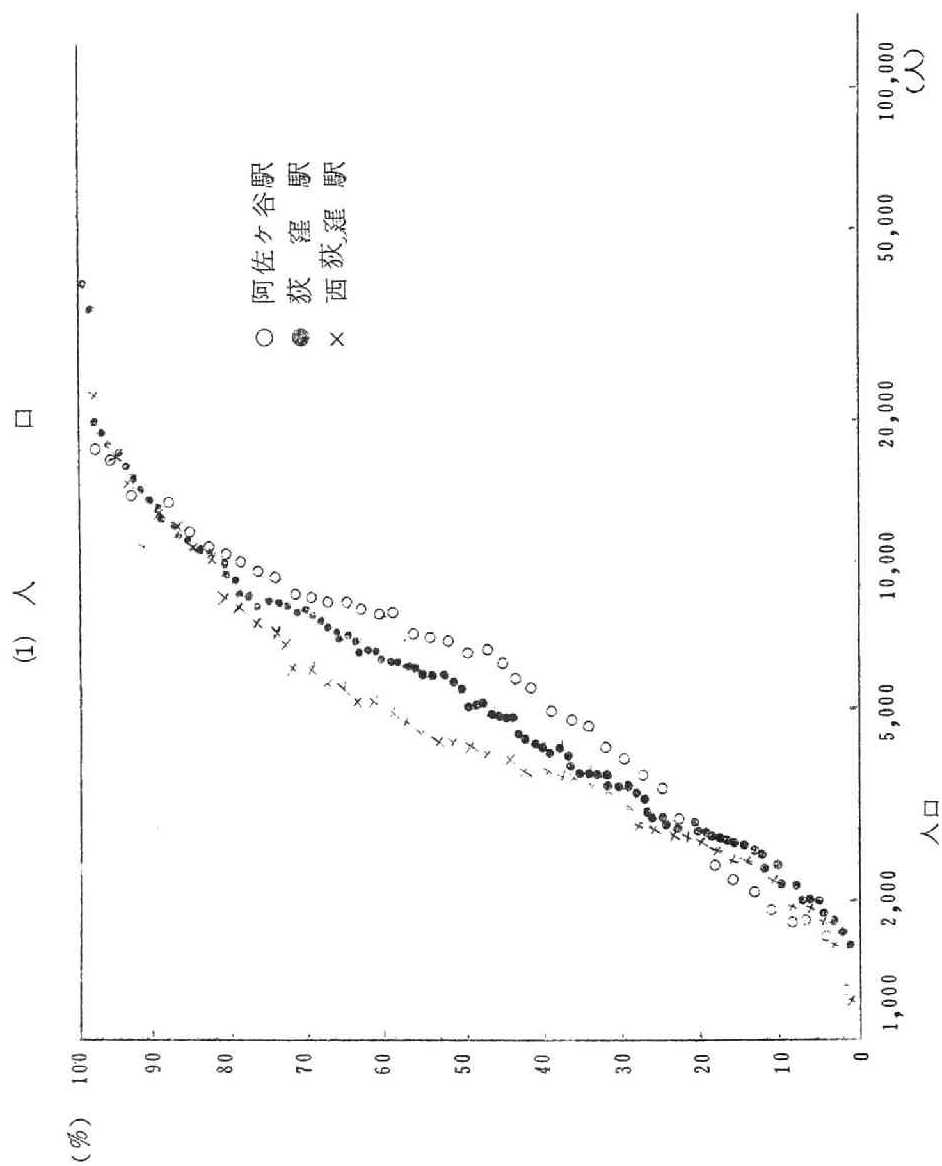
第3には、国鉄からの委託によつて日科技連内に設けられた委員会の研究成果³⁾がある。

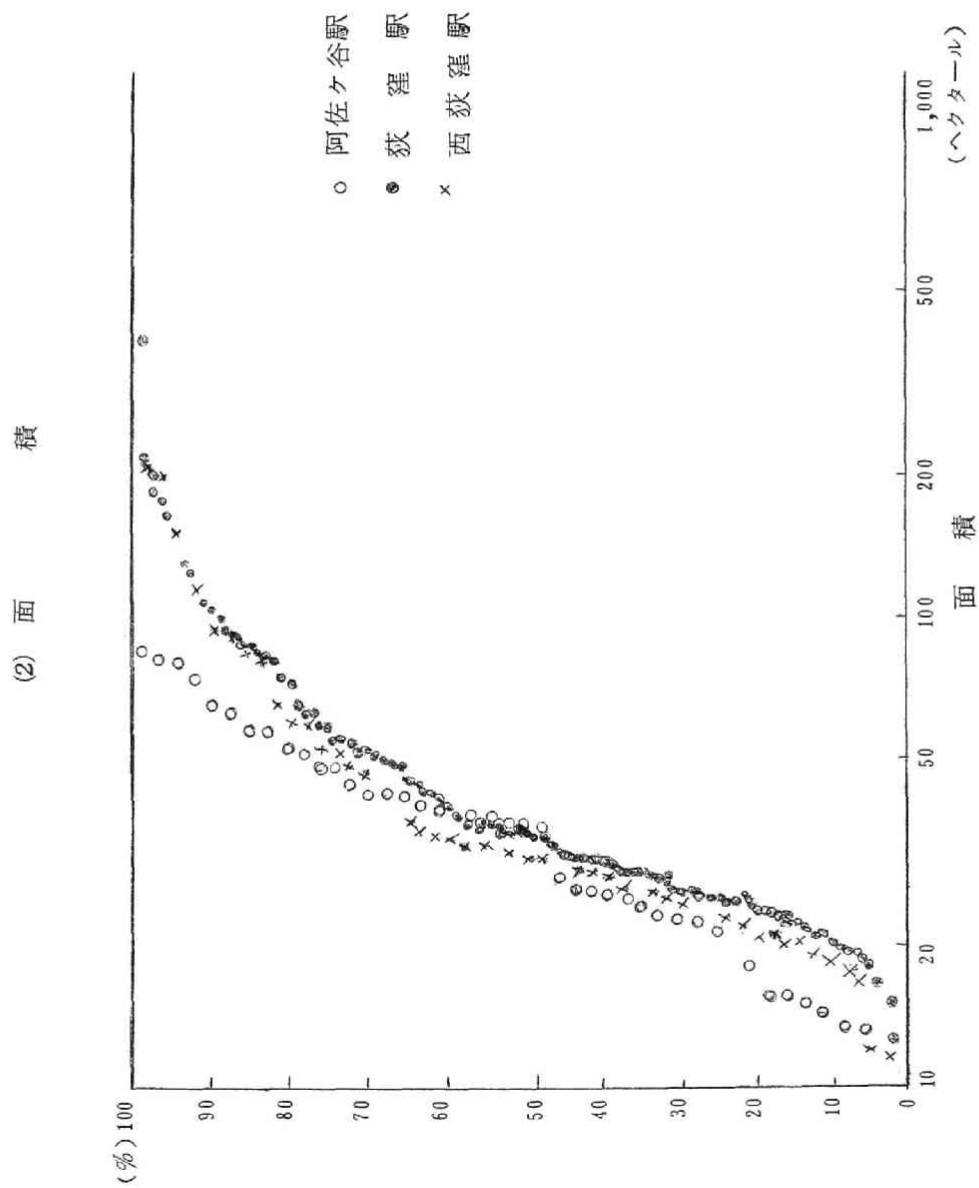
これは、国鉄中央線の西荻窪・荻窪・阿佐ヶ谷の3駅をとりあげ、昭和38年4月の定期券購入原票を分析したものである。

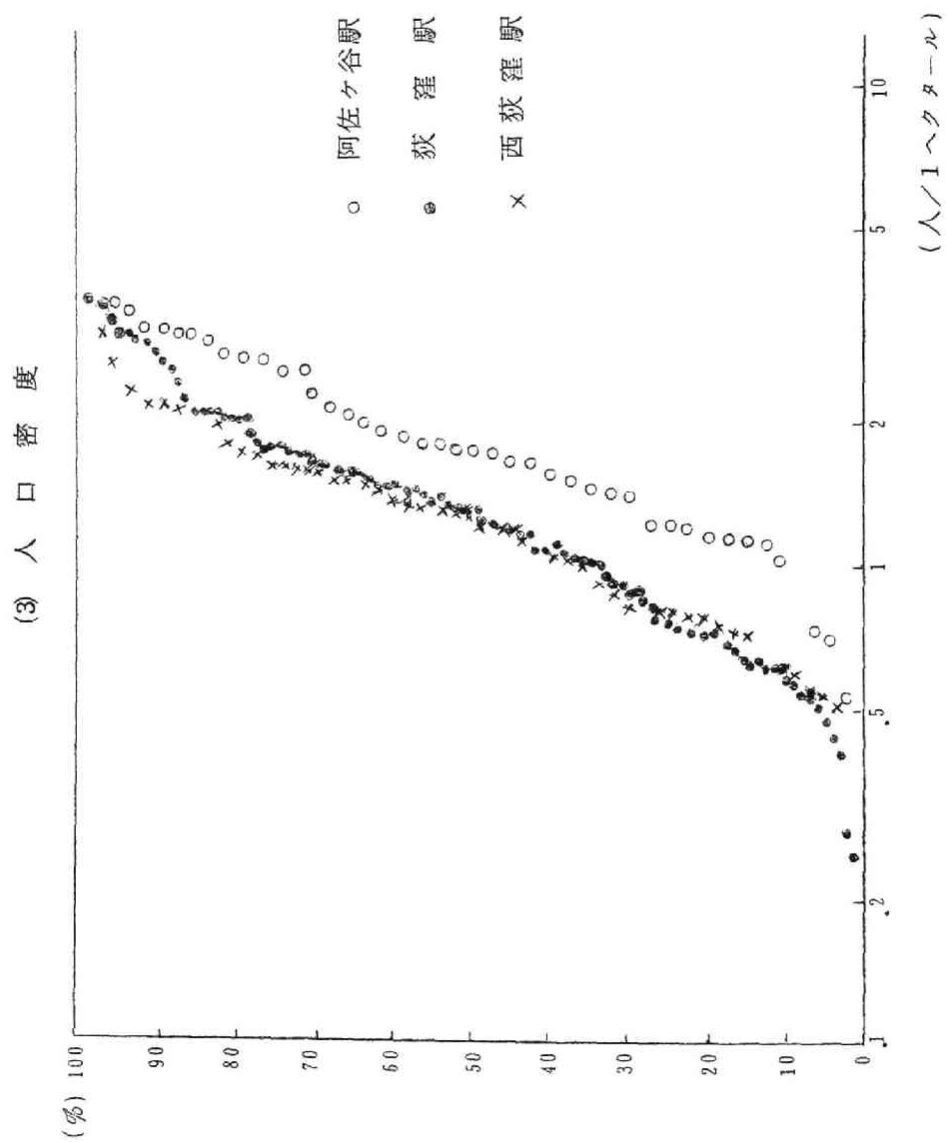
まず基本計数として町丁別の人口、面積、人口密度、上り通勤者数、上り通勤者-人口比の累積度数分布を求め、図7-2-3(1)~(5)のように、横軸を対数目盛にとれば、ほぼ直線になることをのべている。つぎに上り通勤定期客について居住地の町丁番地を調べ、地図上に図化してその上記3駅利用者に関する居住地分布地図を作成した。

さらにこれを駅勢圏に関して定量化する試みとして、地図上で各町丁の重心位置を目測で定め、駅からその区画への距離としてこの重心への距離を用いることとし、まず横軸に駅から各町丁の平面的な重心までの距離、縦軸に人口当たりの上り通勤者発生率をとつて3駅について比較を行ない図7-2-4(1)~(3)をえた。

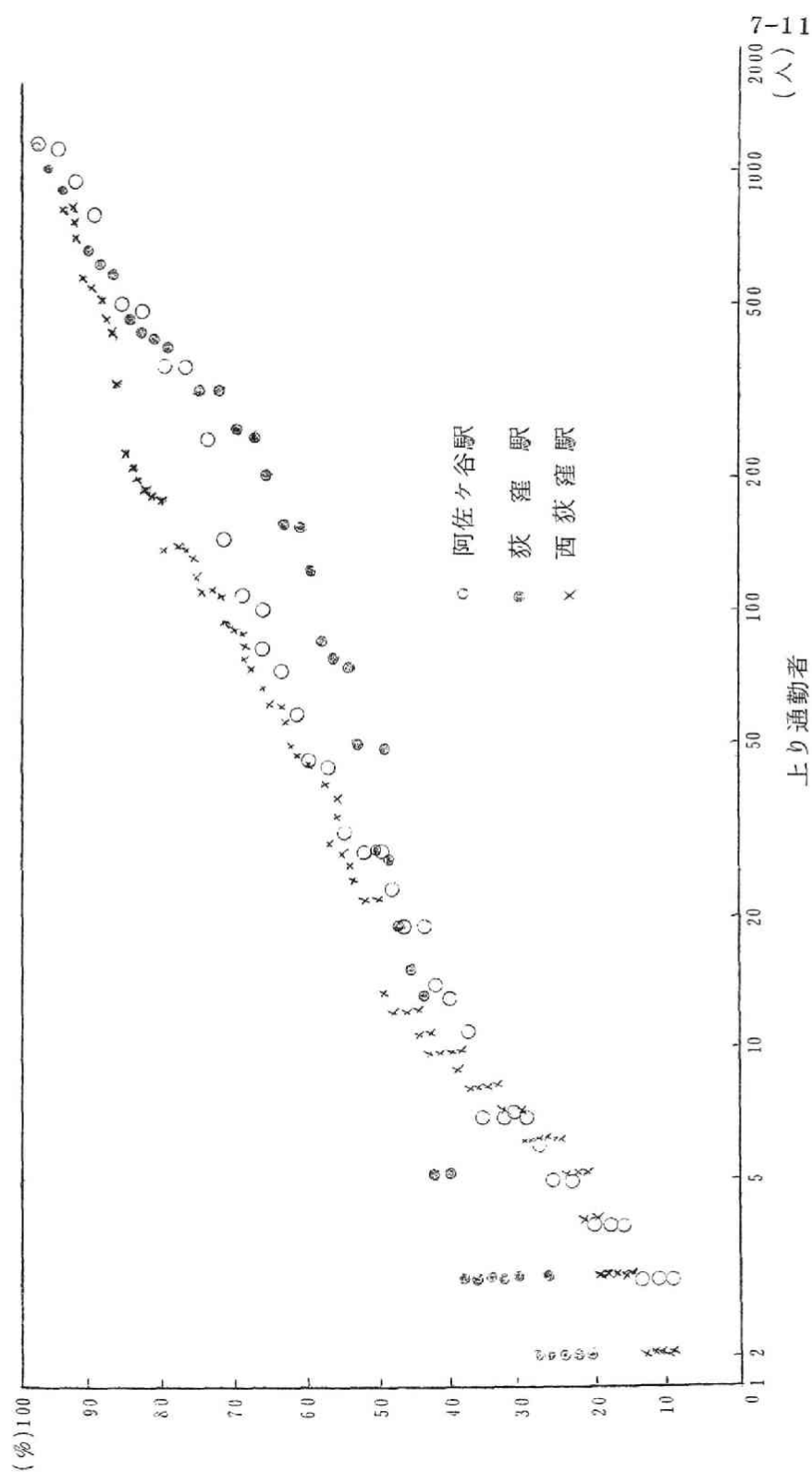
図 7-2-3 町丁別の累積度数分布







(4) 上り通勤者数



(5) 上り通勤者—人口比

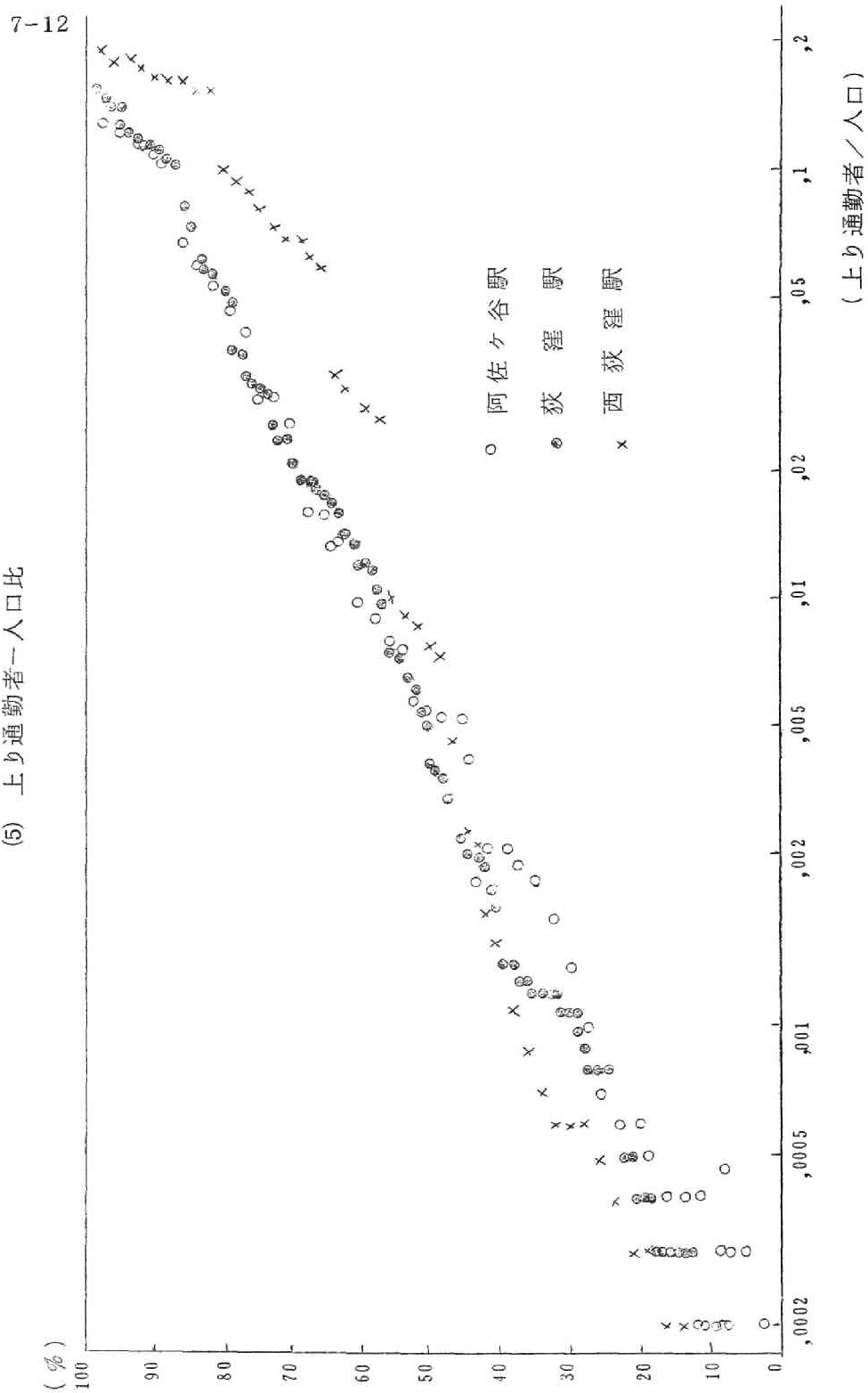
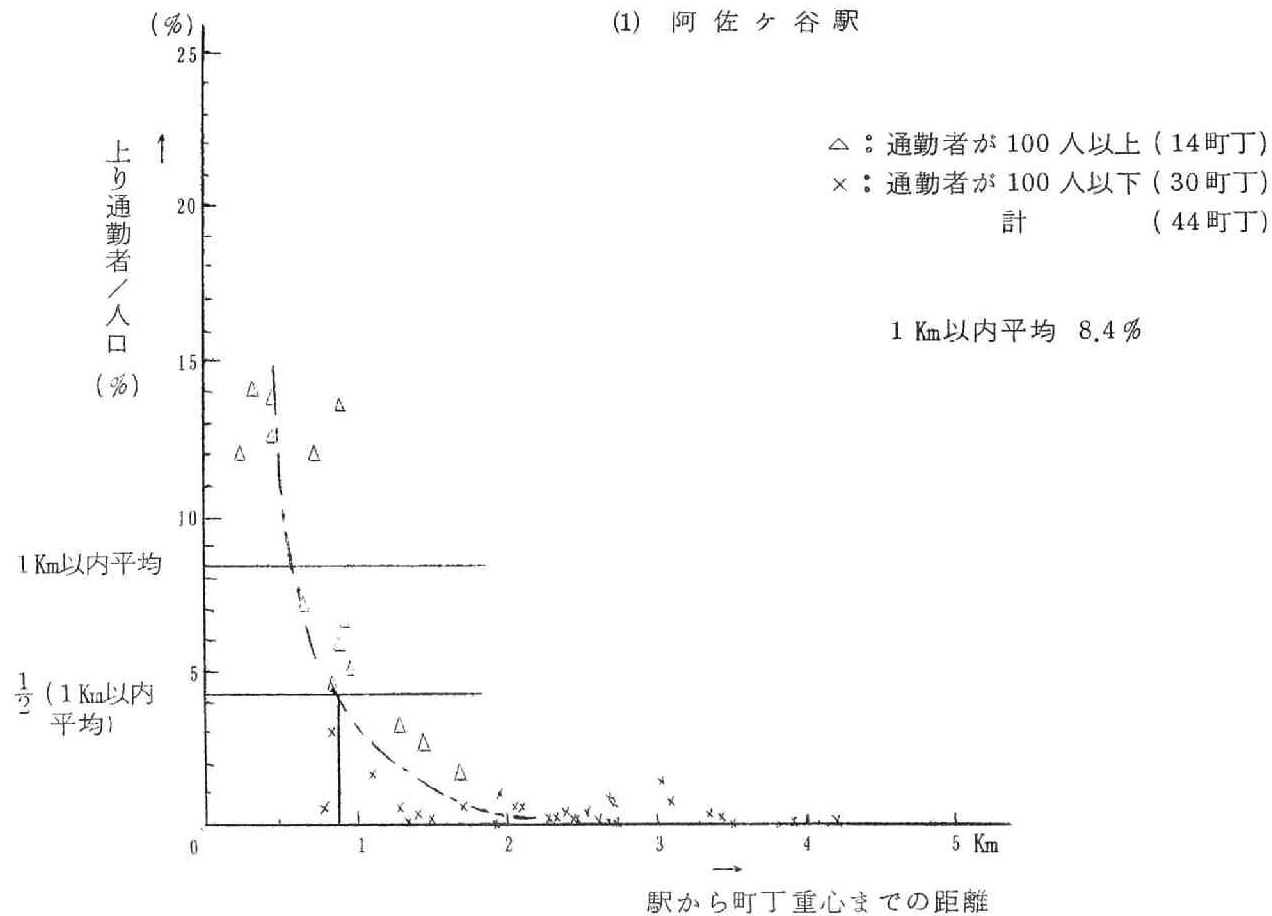
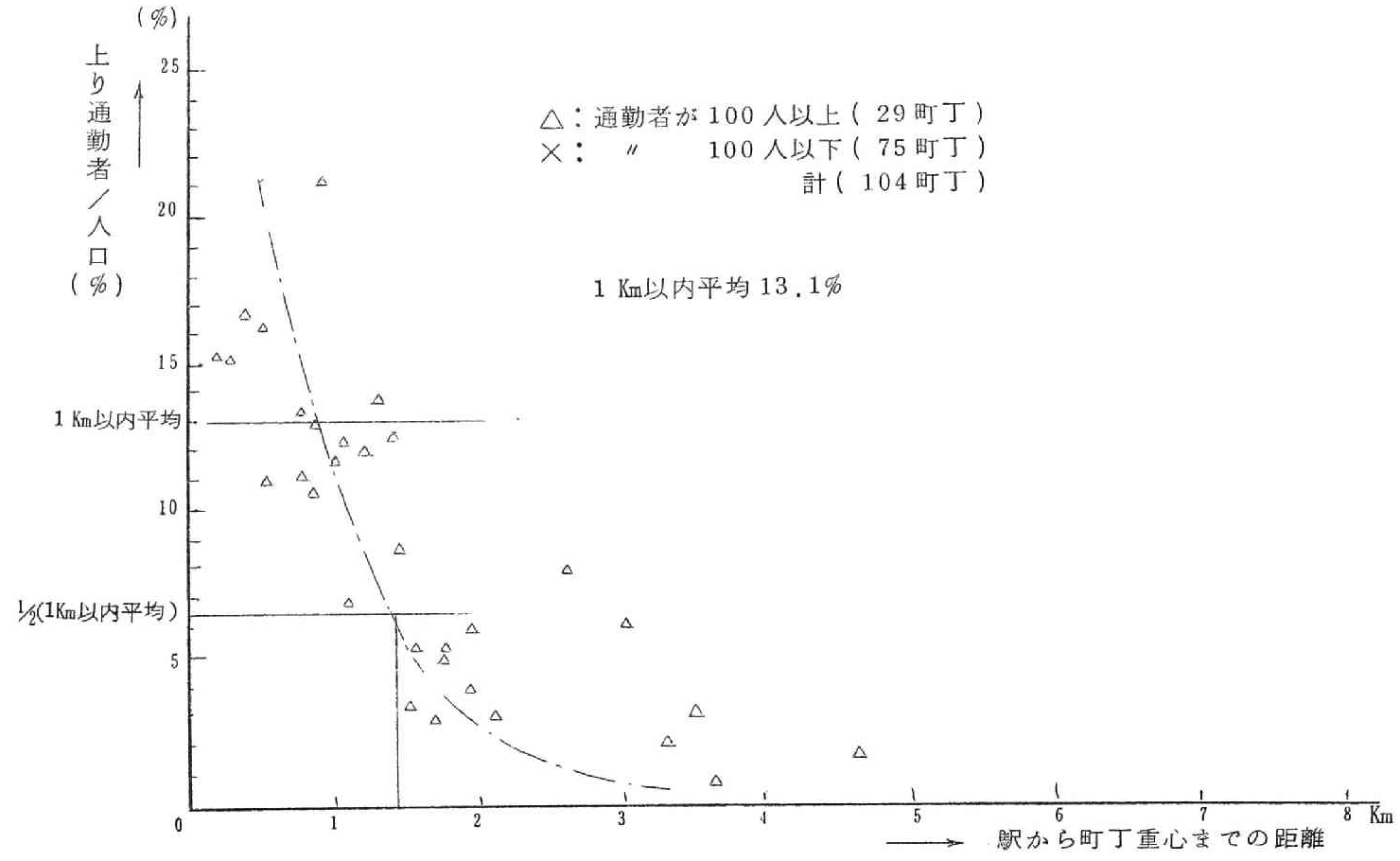


図 7-2-4 町丁別通勤者発生率

(1) 阿 佐 ケ 谷 駅



(2) 荻窪駅



(3) 西 荻 窪 駅

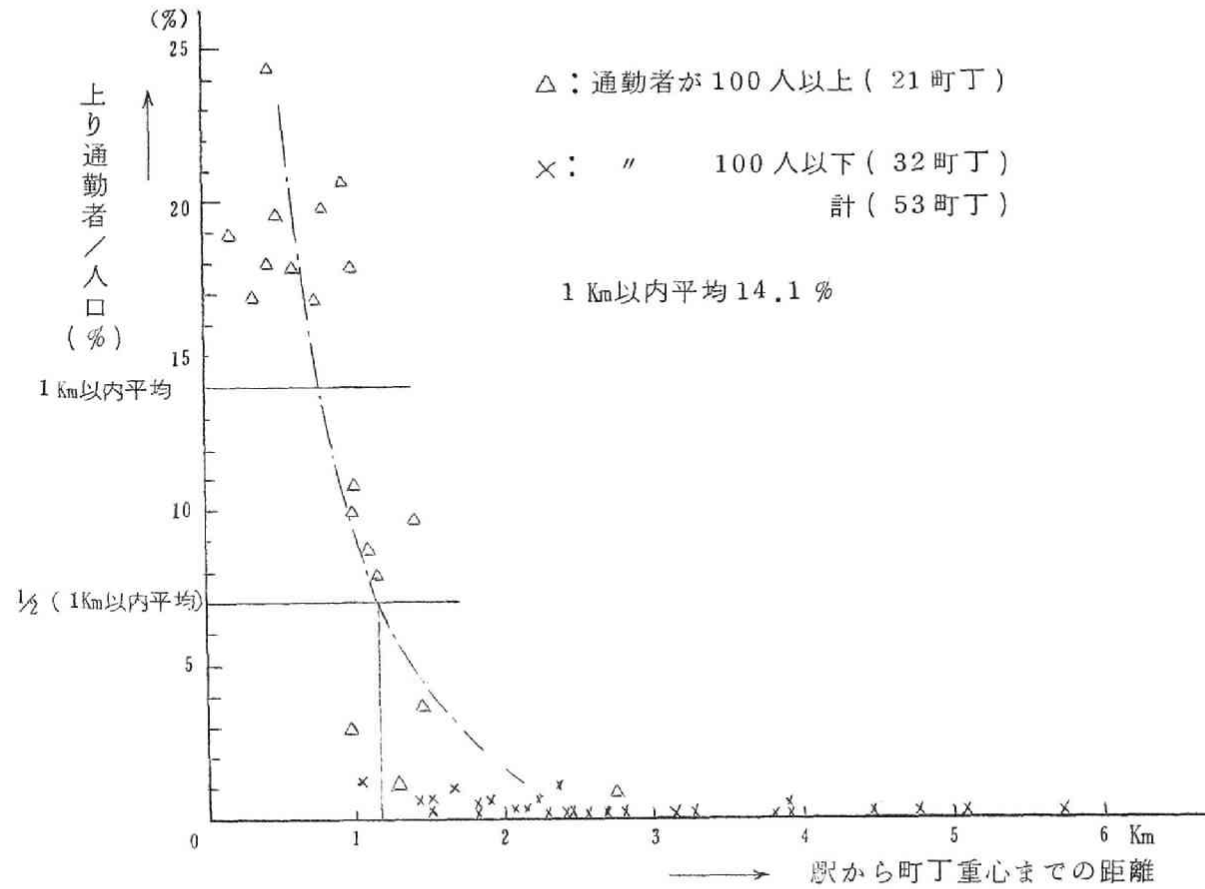
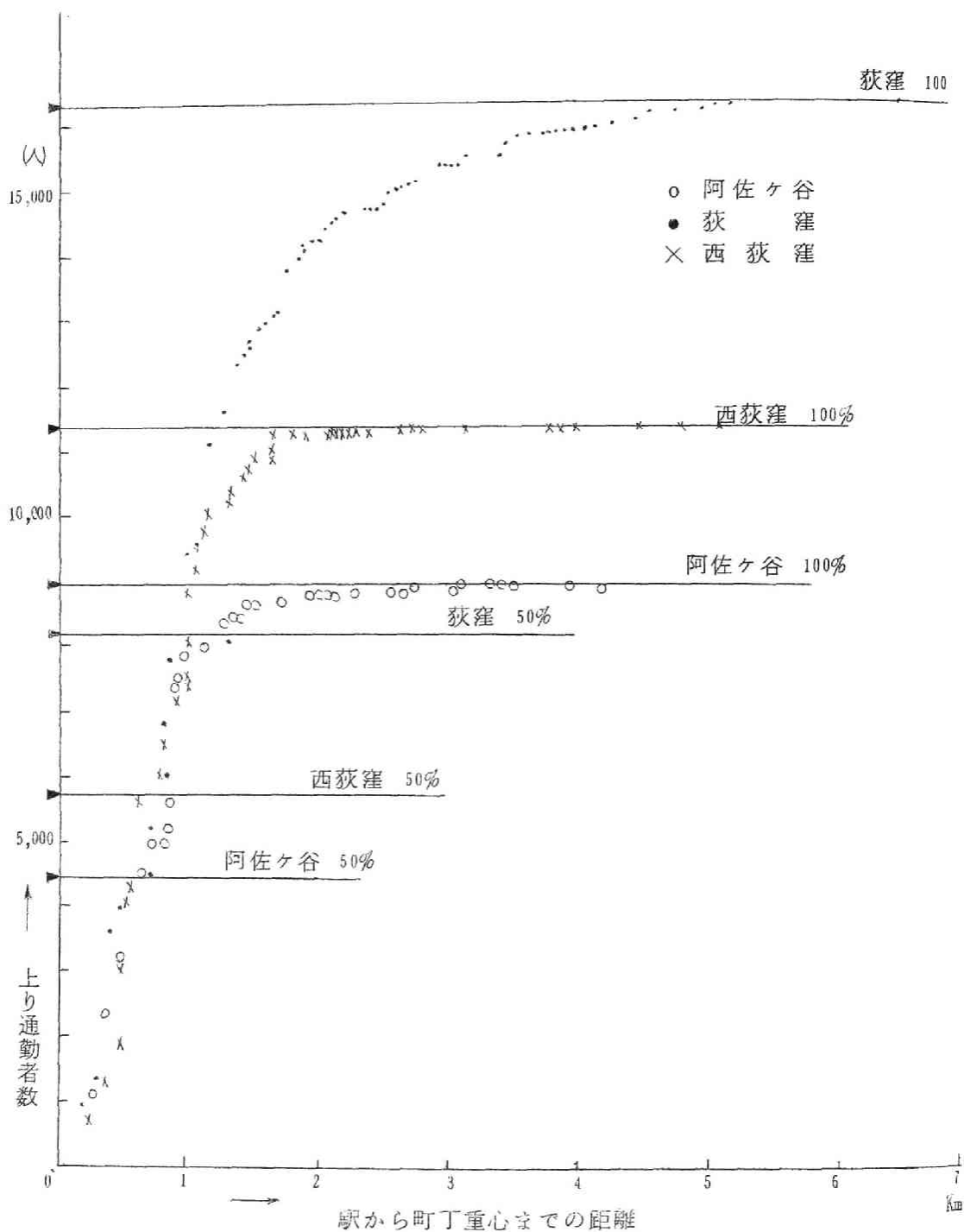


図 7-2-5 通勤者数累積曲線



これによれば荻窪駅が異質的で裾の広がりを見ることがわかる。そうしてこのグラフから、たとえば重心が1 km以内の町丁の平均人口当たり上り通勤者発生率をもとめ、これとグラフ上に描いた曲線との交点までを駅勢力圏距離とみなすことが提案された。

また別に通勤者総数の大部分を占めるゾーンを駅勢力圏と考えるとつぎのような方法も考えられている。すなわち、横軸に距離、縦軸に上り通勤者数の累積をとつて図示した図7-2-5において、たとえば90%を含む範囲を駅勢力圏とする場合には、これによつて求まる距離以内のゾーンを地図上に示すことによつて駅勢力圏を定義することができるとしている。

さらにこの分析を2つの駅勢力圏の交錯地区に拡張し利用者配分の推定に つぎのように適用している。すなわちこのような地区から両駅への配分は、両駅への距離によつて説明されると考え、両駅への距離差と配分率との関係を図7-2-6(1)~(2)に示した。

この図から直線距離ではむしろ遠いほうの駅を通勤者がより多く利用する場合もあることがわかり、これはバス路線の影響と考えられるとのべているが、この種の分析は両駅への直線距離ではなく、両駅への到達所要時分と関係づけて考察すべきであろうと考えられる。

(4) 通勤者の路線選定に関する実験式

日科技連の委員会は昭和39年度において、上にのべた通勤交錯地区の路線選択の問題を発展させ、つぎのような実験式を導いている。⁴⁾

まず居住地から就業地へ通勤するとき、利用可能な路線が2つある場合、それぞれの路線を利用する場合の抵抗の感じ方には個人差があるが、各人は多くの因子を考慮して、より自分に適当と思われる方を選定する。

いまある人が路線1を利用して目的地に行くのに関連した交通路としての抵抗値を u_1 、路線2のそれを u_2 とする。

u_1 、 u_2 は多くの因子の複雑な関数になるであろうが、この中で最も重要な役割を占めるのは目的地までの到達時間 t_1 および t_2 であると考えられ、それぞれの値を

$$t_1 = c(r_1 + d_1)$$

$$t_2 = c(r_2 + d_2)$$

ここに r_i : 居住地区から最も便利な路線 i の駅までの所要時分

d_i : 路線 i のその駅から目的地までの所要時間であるがそのほかに心理的要素などを含む。

とし、各路線 i の抵抗値の第1近似値を

$$u_i = t_i = c (r_i + d_i)$$

と考える。

またある居住地区から路線 i の駅へ行く人数を T_i とすると

$$\sum_i T_i = \text{const.}$$

という条件のもとで

$$u_1 T_1 + u_2 T_2$$

を最小にするように T_1 および T_2 、したがって $\frac{T_1}{(T_1 + T_2)}$ が定まるとみなせる。この答は次式で与えられる。

$$\left. \begin{array}{l} u_1 > u_2, (r_1 - r_2 - r_0 > 0) \text{ ならば } \frac{T_1}{T_1 + T_2} = 0 \\ u_1 < u_2, (r_1 - r_2 - r_0 < 0) \text{ ならば } \frac{T_1}{T_1 + T_2} = 1 \end{array} \right\} \quad (7-2-1)$$

ここにおいて $r_0 \equiv d_2 - d_1$

さらによく適合させるために、第2近似値としてつぎのように考える。

すなわち上記のような考え方で配分率 $\frac{T_1}{(T_1 + T_2)}$ が決定されるのは全通勤客が交通路の抵抗値 u_i のみによつて行動を決定する場合である。現実にはそのほかに路線選択に関連する種々の個人的理由が存在するはずである。

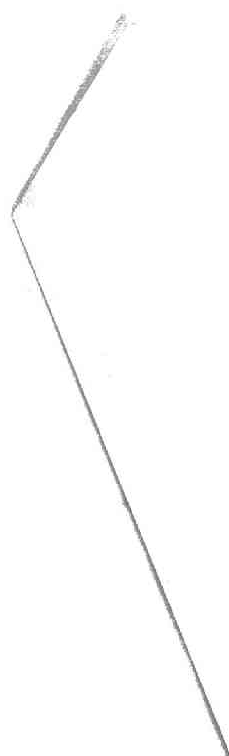
それらは個々にとりあげて論ずるよりも、上記のような総損失最小の法則に対する乱れとして統計的に把握すべきものと考えられる。

このような場合を記述する簡単な模型として統計力学における canonical 分布^{5,6)}を適用し、 T_1 および T_2 が次式に従かうとする。

$$\left. \begin{array}{l} T_1 \propto \exp \{ -u_1 / Q \} = \exp \{ -(r_1 + d_1) / R \} \\ T_2 \propto \exp \{ -u_2 / Q \} = \exp \{ -(r_2 + d_2) / R \} \end{array} \right\} \quad (7-2-2)$$

この式の Q あるいは R が乱れの程度を表わす量である。

これにより



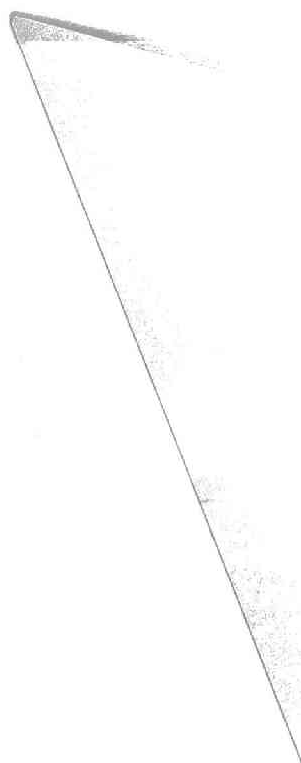
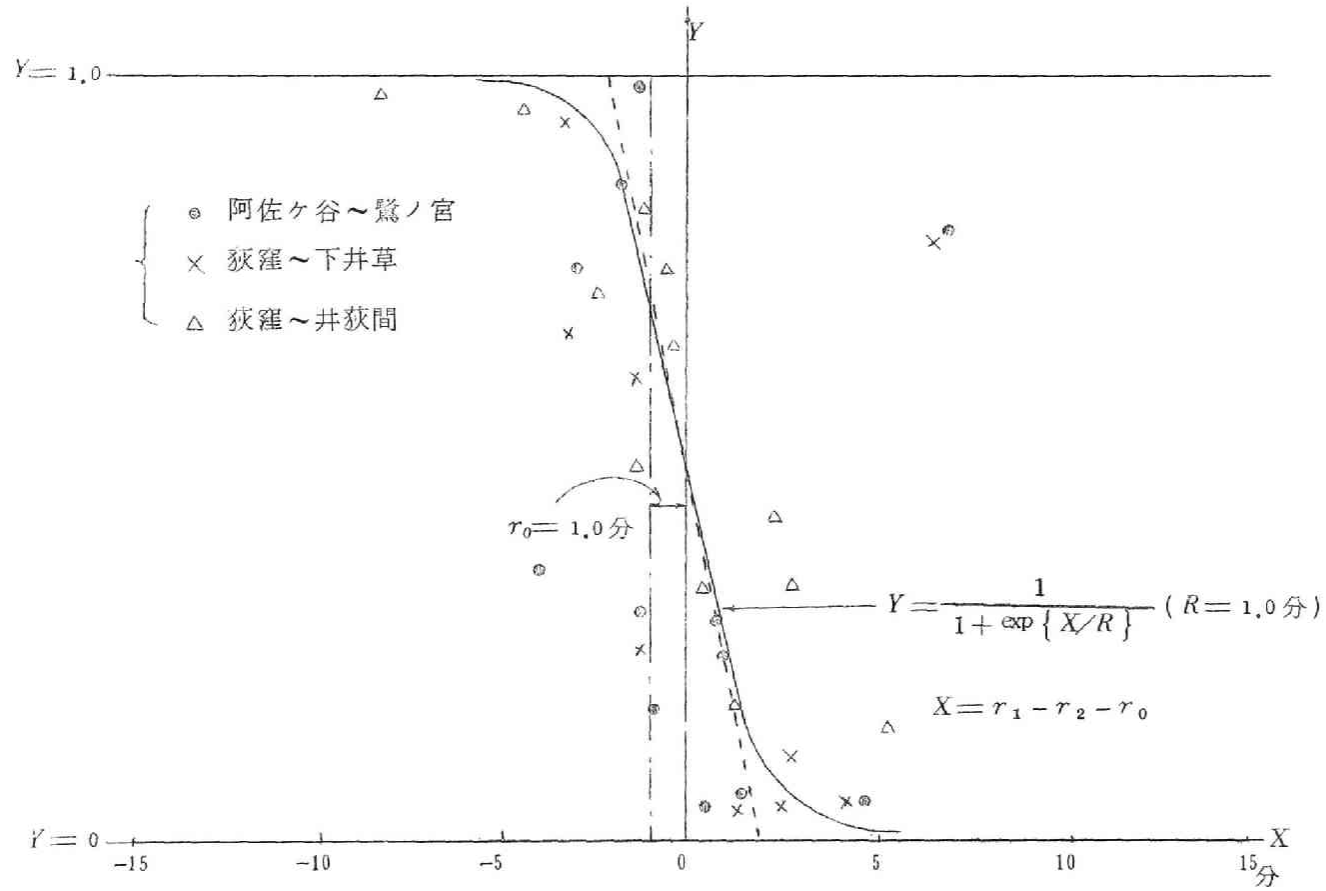


図 7-2-7 配分率の計算値と実測値



$$\frac{T_1}{(T_1+T_2)} = \frac{1}{1 + \exp \left\{ - (r_1 - r_2 - r_0) / R \right\}} \quad (7-2-3)$$

が得られる。

中央線阿佐ヶ谷・荻窪の2駅と、西武新宿線鷺の宮・下井草・井荻の3駅相互間の実測結果と、 $R=1$ 分、 $r_0=1$ 分とおいた上記の理論値とを重ねて図示したのが図7-2-7である。

このように同一路線上の選択が同一の構造的数式模型でかなり説明できることが明らかにされた。

以上にのべた(1)～(4)の研究成果のほか駅勢力圏に関する研究のための基礎的資料としては、中央線新宿～高尾間の沿線各市町村からの通勤発生比率や、中央線の各駅の利用率を国勢調査結果から分析した資料⁷⁾、同じく中央線の武蔵小金井・阿佐ヶ谷・荻窪・中野・吉祥寺の各駅の通勤客数の測定結果から、それぞれの駅の駅勢力圏の考え方に言及した研究報告⁸⁾などがあり、これらによつて都市高速鉄道の輸送の現状分析に関しては有意義な結果が得られているが、いずれも駅勢力圏の形成要因の解明そのものが目的ではないのでその面では将来の路線勢力圏推定を目的とする本章の課題について大きな示唆は期待しえないともいえる。

以上にのべたように、駅勢力圏の形成に関する社会事象の究明は都市高速鉄道計画の最も基礎的かつ重要な課題でありながら、その理論的、計量的研究はまだ緒についたばかりの段階といえることができる。この面から駅勢力圏の形成に関する数量的接近を目的として以下§3、§4にのべる2つの方法論を提案した。

§3 幾何学的路線勢力圏による推計法

前項にのべた推定方法のうち、(1)はまず各駅の駅勢力圏を半径1Kmと仮定し、その範囲内の人口密度から勢力圏内人口を求めたもので駅勢力圏の範囲そのものを推定することが目的ではない。

実際の駅勢力圏を正しく求めるためには前項の(2)、(3)の方法のようにアンケートによる実査が必要であり、この場合サンプル数が多いほど信頼度が高くなる。しかし時間、費用、調査人員の点で大きな制約があり、このため特定

の路線や特定の駅のみに関する調査は可能であつても、ある大都市の近郊を総合してそれぞれの路線や駅ごとの駅勢圏の特性を論ずることは不可能に近いともいえる。

そういう場合、多少の正確度を犠牲にしても、その都市通勤圏内各駅の各駅勢圏の近似値を普遍的に推定するため、町丁別通勤発生人口や路線別輸送量などの基礎的な統計値のみを利用し、アンケートによる実査を行なわないで、駅勢圏を推定する二つの方法を§3および§4に提案する。

本節においてはまず幾何駅勢圏内通勤発生人口および各路線の輸送人員の実績値を利用して実駅勢圏を推定しようとする方法をのべる⁹⁾

まず、ここにいう幾何駅勢圏をつぎのように定義する。

「A駅からの距離が、その周辺にある他のどの駅への距離よりも近いという領域を設定し、これをA駅の幾何駅勢圏と名づける。」

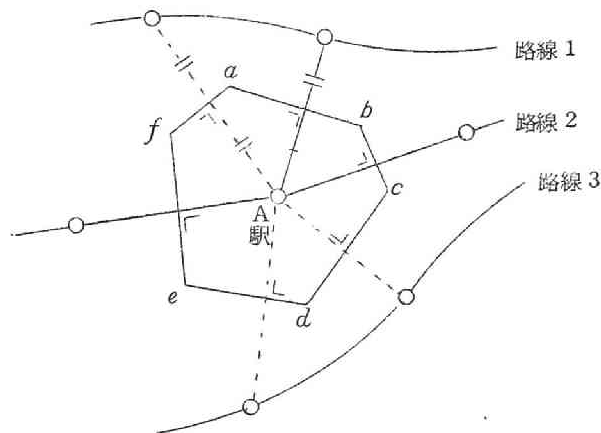
すなわち図7-3-1においてA駅の幾何駅勢圏とは六角形 abc

$d e f$ すなわちA駅と、A駅を取り囲む各駅を結ぶ直線の直交2等分線で囲まれる多角形の内部の領域になる。

したがつて、ある都市の任意の近郊地域をとりあげる場合、この領域は幾何学的に単純に地図上に設定できるのみならず、同一町丁内の人口密度を均等と仮定することによりこの領域内の夜間人口を計算によつて求めることも通常容易である。さて図7-3-2は都心流入の経路としての併行5路線と、各路線それぞれ5駅の場合の幾何駅勢圏のモデルを示す。いま

P_{ij} : 路線 i 上の駅 j の幾何駅勢圏内夜間人口

図 7-3-1 幾何駅勢圏の定義



Q_{ij}^m : 路線 i 上の駅 j から都心 m への昼間流出入口

q_{ij}^m : 路線 i 上の駅 j の幾何駅勢圏から都心 m に対する昼間人口流出率

$$q_{ij}^m = Q_{ij}^m / P_{ij}$$

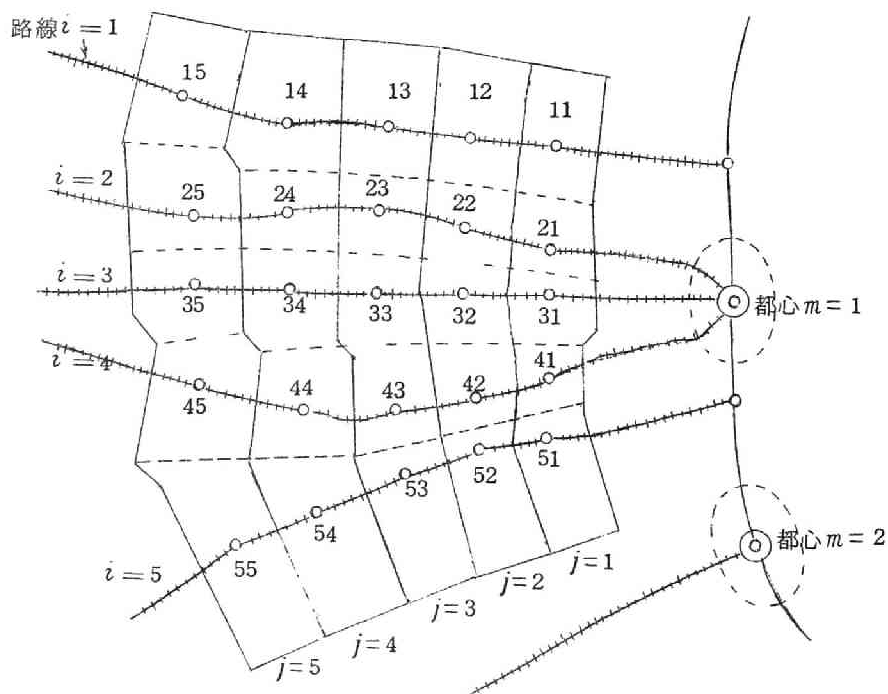
とする。

実際には各路線の駅 j とは必ずしも 1 つの駅でなく、路線ごとの駅間距離を考慮して 2 つ以上の駅をまとめたものをも含めて各路線の駅 j の相互間に利用路線の選定が行なわれるような地域になるようにし、これを環状圏 j と考えると

この環状圏 j から都心 m への昼間流出入口合計 $Q_{\cdot j}^m$ は

$$Q_{\cdot j}^m = \sum_i Q_{ij}^m = \sum_i q_{ij}^m P_{ij} \quad (7-3-1)$$

図 7-3-2 都心流入のための併行路線のモデル



ところで一般に同一鉄道路線の隣接駅相互については、輸送条件の差は少ないので、環状圏相互の交通流はないものと仮定することができる。

また、今駅勢圏を求めようとする駅 $j = 1, 2, \dots, j, \dots, J$ から都心 m までの距離がかなり離れている場合には、それぞれの幾何駅勢圏内夜間人口に対する都心 m への昼間人口流出率は同一路線の各駅についてほとんど相違がないと考えられる。すなわち

$$q_{ij}^m = Q_{ij}^m / P_{ij} = q_i^m.$$

と仮定することができる。

したがって式 (7-3-1) は次式となる。

$$\begin{pmatrix} Q_{\cdot 1}^m \\ Q_{\cdot 2}^m \\ Q_{\cdot 3}^m \\ \vdots \\ Q_{\cdot n}^m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{21} & \dots & P_{n1} \\ P_{12} & P_{22} & \dots & P_{n2} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ P_{1n} & P_{2n} & \dots & P_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} q_{1\cdot}^m \\ q_{2\cdot}^m \\ \vdots \\ q_{n\cdot}^m \end{pmatrix} \quad (7-3-2)$$

さらに

$$\begin{pmatrix} Q_{\cdot 1}^m \\ Q_{\cdot 2}^m \\ \vdots \\ Q_{\cdot n}^m \end{pmatrix} = Q, \quad \begin{pmatrix} P_{11} & P_{21} & \dots & P_{n1} \\ P_{12} & P_{22} & \dots & P_{n2} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ P_{1n} & P_{2n} & \dots & P_{nn} \end{pmatrix} = P, \quad \begin{pmatrix} q_{1\cdot}^m \\ q_{2\cdot}^m \\ \vdots \\ q_{n\cdot}^m \end{pmatrix} = q$$

とおけば

$$Q = Pq \quad (7-3-3)$$

ところで Q_{ij}^m は環状圏 j から都心 m への昼間流出人口合計であるから、各駅から都心 m を目的地とする乗車人数、あるいは定期券発売枚数の統計資料によつて知ることができる。また P_{ij} は路線 i の駅 j の幾何駅勢圏夜間人口であり、たとえば町丁別人口の統計値を利用して推定される。

これらの値を用いれば連立方程式 (7-3-3) を解いて $q_{i.}^m$ が求められる。

この $q_{i.}^m$ を用いて実際の駅勢圏との関係を考えると、環状圏 j において、路線 i の幾何駅勢圏と他の路線の幾何駅勢圏との転移率 k_{ij}^m は

$$k_{ij}^m = \frac{Q_{ij}^m}{q_{i.}^m \cdot P_{ij}} \quad (7-3-4)$$

によつて求められる。そしてこの k の値はつぎのことを意味している。

$k < 1$ の場合 幾何駅勢圏 ij の発生通勤人口の一部は i 以外の路線を利用する。

$k > 1$ の場合 ij 以外の幾何駅勢圏の発生通勤人口の一部が駅 ij を利用する。

したがつてこの k の値によつて、駅 ij の実駅勢圏が幾何駅勢圏より大きい、小さいかを判定することができる。

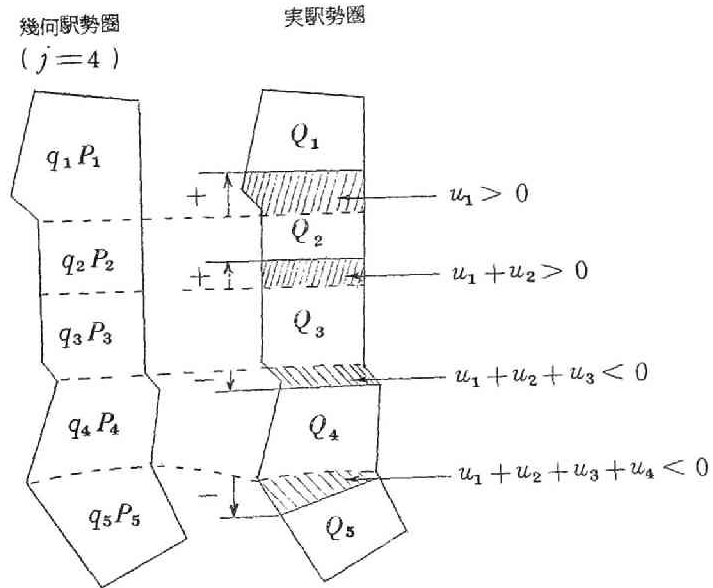
つぎに幾何駅勢圏 ij の発生通勤人口であつて駅 ij 以外の駅を利用する人口、すなわち幾何駅勢圏 ij から他の駅への転移量 u_{ij}^m は

$$u_{ij}^m = q_{i.}^m \cdot P_{ij} - Q_{ij}^m \quad (7-3-5)$$

によつて求められる。この場合 $u_{ij}^m < 0$ であれば、逆に他の駅勢圏から駅 ij への転移量を示す。この u_{ij}^m の値を用いて、実駅勢圏の領域を推定するためには、 ij 駅の実際の利用者数 Q_{ij}^m が $q_{i.}^m \cdot P_{ij}$ より小さい場合、すなわち式 (7-3-5) によつて $u_{ij}^m > 0$ の場合は2つの駅の実駅勢圏の境界は、幾何駅勢圏の境界より駅 ij 寄りにあることがわかる。逆に $u_{ij}^m < 0$ の場合には実駅勢圏の境界は、幾何駅勢圏の境界より駅 $(i+1)j$ 寄りに存在することがわかる。その移動量を求めるため、それぞれの幾何駅勢圏 ij について q_{ij}^m および夜間人口密度が均等と仮定し、境界線の移動によつて他の駅勢圏に変わる面積 (すなわち図 7-3-3 において斜線を施したようにそれぞ

れの環状圏 j について幾何駅勢圏 i から $(i+1)$ に転移する面積) を a_i とすると、この a_i の大きさを求めることがこの問題の目的となる。

図 7-3-3 転移量による実駅勢圏の推定



図から明らかなように

$$a_1 = \frac{u_1}{q_1^m} \quad (u_1 > 0)$$

$$a_2 = \frac{u_1 + u_2}{q_2^m} \quad (u_1 + u_2 > 0)$$

$$a_3 = \frac{u_1 + u_2 + u_3}{q_3^m} \quad (u_1 + u_2 + u_3 < 0)$$

$$a_4 = \frac{u_1 + u_2 + u_3 + u_4}{q_4^m} \quad (u_1 + u_2 + u_3 + u_4 < 0)$$

一般には

$$a_i = \frac{\sum_{l=1}^i u_l}{q_{i+\delta}} \quad (7-3-6)$$

$$\delta = \begin{cases} 0, & \sum_{l=1}^i u_l \geq 0 \text{ の場合} \\ 1, & \sum_{l=1}^i u_l < 0 \text{ の場合} \end{cases}$$

によつて幾何駅勢圏 i から $(i+1)$ に転移する面積を知ることができ、アンケートによることなく実駅勢圏を推定することができる。

§ 4 通勤費用－時分換算係数による推計法

通勤者が自由意志によつて利用ルートを選択し、その結果としてそれぞれの駅の駅勢圏が形成されること、およびその場合の各路線の比較条件としてあげられる諸要素については § 1 にすでにのべた。

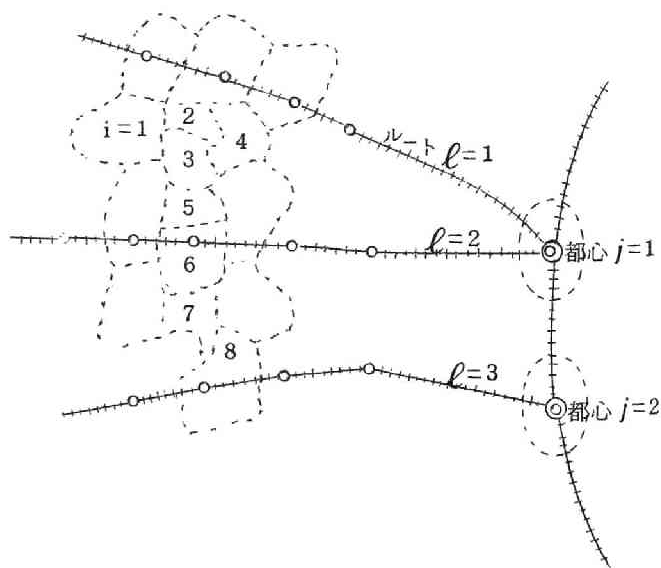
これらのうち計量化の困難な精神的・肉体的要素、たとえば徒歩や乗換え、車内の混雑に伴なり負担などについては § 5 に取り扱うこととし、ここでは計量化の比較的容易な通勤費用と時間距離のみによつて、駅勢圏が形成されると仮定する。

そうしてこの2つの要素の換算係数を実績値によつて求め、これにもとづいてそれぞれの路線を利用する通勤費用と時間距離が将来において変化する場合に形成される駅勢圏を予測する一つの方法をのべる。(5, 10)

(1) 通勤費用－時分換算係数による推定方法論

まず、図 7-4-1 において都市近郊の任意の地区 i から都心に流入する場合、一般に L 個の経路があり、通勤者はそれぞれの経路について種々の輸送の

図 7-4-1 比較ルートのモデル



質的条件を考慮してもつとも有利な経路を選定する。その場合、すでにのべたように、心理的負担や疲労度は、その影響を無視し、各経路の有利さを判断する基礎的な要素として都心までの時間距離と通勤費用をとりあげる。その場合次式の η_i^l を経路 l による i 地区から都心までの交通路線の抵抗と考えることとする。

$$\eta_i^l = t_i^l + \alpha C_i^l \quad (7-4-1)$$

ここに t_i^l : 地区 i から都心までの経路 l による時間距離

C_i^l : 地区 i から都心までの経路 l による通勤費用

α : 対象とする路線網に関する定数 (通勤費用-時分換算係数)

そうしてそれぞれの経路による l 個の η_i^l のうち、その値が最小となる経路が通勤者により選定され、その結果が各鉄道路線の輸送量の現状となつていると考える。

すなわち地区 i から都心に流入する通勤者数を p_i とすると、 $\min \eta_i^l$ に対応する p_i の合計が経路 l の輸送量 Q^l となり、次式により表わされる。

$$Q^l = \sum_{i \in r} p_i \quad (7-4-2)$$

ここに $r \equiv [l]_{\min} (t_i^l + \alpha C_i^l)$

したがってそれぞれの i について p_i, t_i^l, C_i^l を知り、各路線の Q^l を知ることができれば最小自乗法によつて

$$\sigma^2 = \sum_{l=1}^L [Q^l - \sum_{i \in r} p_i]^2 \quad (7-4-3)$$

を最小にする α の値を求め、これを用いて任意の近郊地区が主としてどの駅勢圏に属するかを推定することができる。

かくして求めた通勤費用-時分換算係数 α の値は駅勢圏の形成に関してつぎのような意義をもっている。すなわち α が大きければその対象地域では平均的にみて通勤費用の相対的変動が利用経路の選定に大きい影響を与え、時間距離の大きさが経路選定に寄与する比重が相対的に小さいことを意味する。 α が小さくなるにつれてこの影響は逆になり、所要時分の小さい経路を選定する機会が多くなる。したがってその地域の通勤者が利用経路を選定する場

合、時間距離と運賃を負担と感ずるそれぞれの比重をこの α の値によつてあらわすことができ各駅勢圏の現状を分析することができる。またある対象地域についてこの α の値が得られた場合、さらにこれを利用して将来の駅勢圏の形成を予測することも可能である。

すなわち、たとえば新線の建設、新駅の設置、郊外路線の都心直通乗入れ、速度向上などの輸送方式の改善による各路線の時間距離の短縮や、通勤費の相対的な変動などによつて駅勢圏が変化する。その場合すでに求めた通勤費用-時分換算係数 α の値を用いてそれぞれの経路について η_i^l を求め、その値が最小となる路線を見い出すことによつて駅勢圏の変化を予測することができる。

またすでにのべたように都市鉄道における通勤輸送需要は各駅勢圏の形成条件によつて支配されるともいいうるので、このようにしてえられた将来の各路線の駅勢圏にもとずき、各地区の夜間人口および通勤発生率によつて各鉄道路線の輸送需要を推定することも可能となる。

(2) 東京都大田・品川両区における試算¹¹⁾

東京都大田・品川両区は私鉄路線が複雑に入り組んでおり、都心に対する流入に際して経路を選択する機会が多く、輸送の質的条件の相違が α の値に鋭敏に影響すると考えられるので、この地域を対象とし、昭和37年度の実績値についてつぎのように試算を行なつた。

a) ゾーン*i*の単位

各町丁をゾーンの単位とし付表7-4-1(1)(2)に示すように大田区123、品川区135計258のゾーンに分割した。

b) 関連鉄道路線

国鉄山手線・京浜急行線・国鉄東海道本線・東急田園都市線・東急池上線・同目蒲線の計6路線(図7-4-2参照)

c) 通勤時間距離 t_i^l

$$t_i^l = t_{i1}^l + t_{i2}^l + t_{i3}^l + t_{i4}^l$$

とした。ここに

t_{i1}^l : ゾーン*i*から路線*l*の最寄駅までの所要時分

- t_{i2}^l : 路線 l の最寄駅における平均待ち時分
 t_{i3}^l : 路線 l の最寄駅から東京駅までの最小車中時分合計
 t_{i4}^l : 経路 l における東京駅までの乗換え所要時分合計

d) 最寄駅までの所要時分 t_{i1}^l

各ゾーンの平面的な重心位置から路線 l の最寄駅までの直線距離にもとずいて t_{i1}^l を求める。この場合、バスによる所要時分は道路の線形、巾員などにより大きい差があるが、バスの待ち時分をも加味した実績値を調査して付表 7-4-2 に示すように直線距離のみによる平均的な換算値をもちいた。

e) $t_{i2}^l, t_{i3}^l, t_{i4}^l$

このそれぞれの値については国鉄資料¹²⁾によつた。この資料は著者の提案により、つぎの仮定にもとずいて調査作成されたものである。すなわちまず t_{i2}^l については l 線最寄駅停車列車運転時隔の $1/2$ 、ただし 5 分以下の値をとつた。 t_{i3}^l は経路 l を利用して東京駅に到達するための最少車中時分合計であり、急行電車がある場合にはこれを利用し、急行通過駅である場合は急行停車駅で乗換えるものとしている。

また t_{i4}^l は主要駅については各路線のそれぞれの乗換通路の所要時分を実測している。対象地域内各駅から東京駅までのこのようにして得られた所要時分の合計 ($t_{i2}^l + t_{i3}^l + t_{i4}^l$) を付表 7-4-3 に示す。

f) 通勤費用 C_i^l

通勤費用のうち、対象地域内各駅から東京駅までの通勤 1 カ月定期券運賃は国鉄資料¹³⁾によつて求め付表 7-4-3 に併記した。バス運賃についてはいずれの社線とも区間制による運賃基準に準拠しており、単純に距離に比例していないが、多くのデータの付表 7-4-2 に示す平均的な基準によつてそれぞれのゾーン i から路線 l の最寄駅までの 1 カ月定期券運賃を推定した。またバスの待ち時分を加算すると所要時分が徒歩とあまり差がないことを考慮して 1 km 以内を徒歩と仮定し、バスの運賃は加算しないこととした。

g) 経路の指定

この対象地域から都心に流入する場合、図 7-4-2 に示すように目蒲

線沿線からは目黒と蒲田、池上線沿線からは五反田と蒲田を経由するそれぞれ2つの経路があるので、そのそれぞれのゾーンにつき t_i^l を比較して小さい方をとることとした。

以上によつてさきにのべた合計258のそれぞれのゾーンから任意の路線 l を利用する経路について所要時分と運賃をもとめ、所要時分と通勤費がともに他の経路にくらべて小さい場合、これだけで利用路線が決定される。

これを図示したのが図7-4-2であり、駅勢圏未定のゾーンは斜線によつて示した。

さらに計算に用いた P_i 、 Q^l についてはつぎの値を用いた。

h) ゾーン i からの都心流入者数 P_i

大田・品川両区から千代田・中央・港の都心3区への昼間流入人口合計を町丁別夜間人口比で按分する。すなわち、一つの区に含まれるすべてのゾーンについて夜間人口に対する都心3区への通勤発生率を一定と仮定した。

i) 路線別輸送量 Q^l

大田・品川両区内各駅から都心に至る定期発売枚数の実績値¹⁴⁾をそのまま路線別輸送量と仮定する。

こうして得られた各ゾーンからの都心流入者数 P_i を付表7-4-4(1)~(2)に、また各駅からの都心着乗車人員 Q^l を付表7-4-5に示す。

以上の t_i^l および C_i^l により η_i^l を比較するだけで図7-4-2に示すように、利用路線 l がすでに決定するゾーンもある。計算の手数をはぶくために、これらのゾーンは以後の計算から除き図7-4-2において斜線を施したように α の値によつて l の変化する未定のゾーンについて、電子計算機(MELCOM 1101)によつて式(7-4-3)の計算を行なつた。そのフローチャートを図7-4-3に示す。

なお田園都市線については、表7-4-1に示すように t_i^l と C_i^l の比較のみですでに決定した利用者数 $\sum_{i \in r} P_i$ が乗車実績 Q^l にほぼ等しくなつたので以後の比較路線から除いた。

この計算では α の値を0.01から0.01ずつ増加させて0.30まで変化さ

図 7-4-2

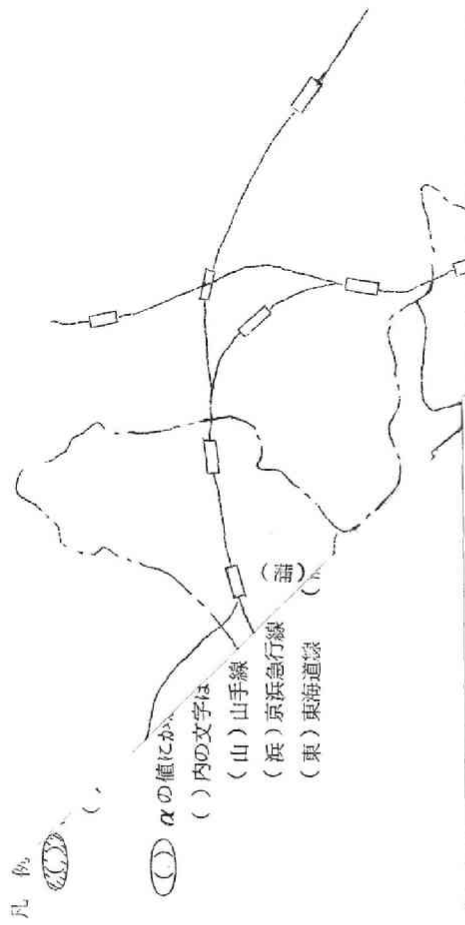


図 7-4-3 通勤利用経路の計算フローチャート

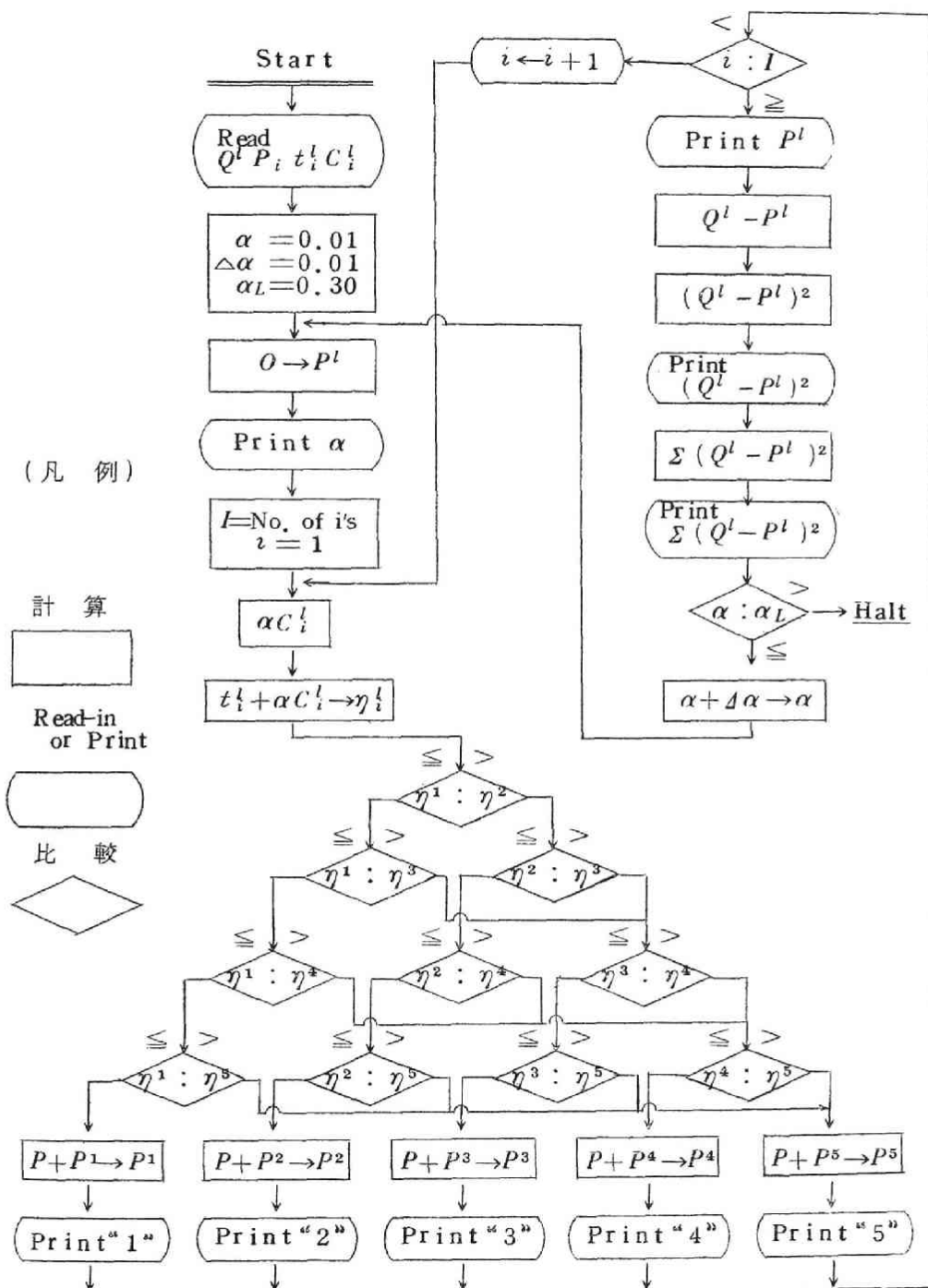


図 7-4-4 α の変化に対応する σ^2 の計算値

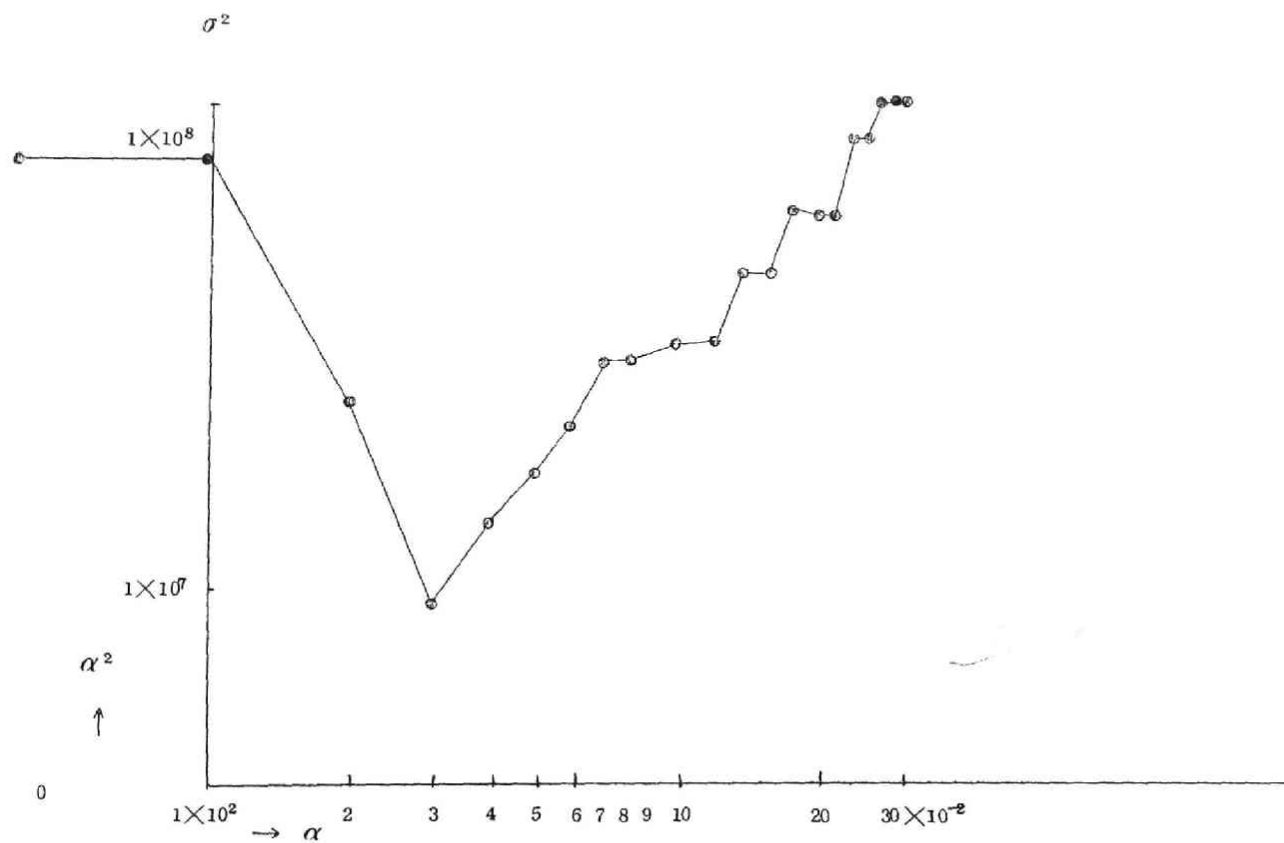


表 7-4-1 各路線の未定の配分量 (単位 人)

| | 山 手 線 | 京浜急行線 | 東海道線 | 田園都市線 | 池 上 線 | 目 蒲 線 | 計 |
|------------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 乗車実績 Q^l | 11,306 | 4,700 | 35,816 | 7,940 | 12,813 | 10,105 | 82,680 |
| 既 確 定 分 | 8,656 | 1,756 | 28,751 | 7,826 | 9,000 | 8,891 | 64,880 |
| 今後の配分 | 2,650 | 2,944 | 7,065 | 114 | 3,813 | 1,241 | 17,800 |

せ、それぞれの場合について $(t_i^l + \alpha C_i^l)$ が最小となる l を求めると付表 7-4-6 となつた。さらに式 (7-4-3) の σ^2 を求め付表 7-4-7 を得た。

$\sigma^2 = 0$ となる α の値が存在しないのは乗車人員をゾーン単位でとり扱い、所要時分と運賃の比重の個人差を無視したことなどが原因と考えられるが、付表 7-4-7 および図 7-4-4 に示すように $\alpha = 0.03$ で σ^2 は最小となり、この値によつて図 7-4-2 に示すそれぞれの未定のブロックをいずれの鉄道路線の駅勢圏と考えるべきかを明らかにすることができる。

さらに通勤所要時分と通勤費用の比重に関するこの地域の特性、たとえばある路線による所要時分 t 、1 カ月定期券運賃 C がそれぞれ t' 、 C' に変化する場合

$$\eta = \eta'$$

すなわち

$$(C' - C) = \frac{(t - t')}{0.03} \div 33 (t - t')$$

を満足しない場合には通勤者の利用経路選択条件が変化し、現在の駅勢圏の均衡が破れ、したがつて各鉄道路線の輸送需要が変化することがわかる。

一般にある路線の速度向上や、都心直通による所要時分の短縮、さらには新線建設などの計画がある場合、それぞれの近郊地域から都心に対する所要時分の相対的な変化を生ずることとなる。

このような場合、その地域における現在の実績値にもとずいて通勤費用-

時分換算係数 α の値を知ることができれば、その計画の完成後においてそれぞれの近郊地区がいずれの鉄道路線の駅勢力圏に属することになるかを知り、その発生交通量からそれぞれの路線の輸送需要をマクロ的に想定することができる。

§ 5 経路選定に関する社会心理的要素の計量化

すでにのべたように、一般に駅勢力圏はそれぞれの鉄道路線の特性にもとずき、通勤者の自由選択によつて形成される。本章§ 2および§ 3は§ 1にのべた経路選定に影響する諸要素の分析にはふれることなく、これらを総合して判断された結果として形成される駅勢力圏を分析するための従来の方法論および新たな方法論の提案をのべたものである。また§ 4では、この諸要素のうち、量的な取り扱いの容易な時間距離と通勤費用のみをとりあげて、駅勢力圏の分析ならびに予測をするための方法論を提案した。

本節においては§ 1においてのべた社会心理的要素の通勤経路選定に影響する要因分析を行なうための3つの方法論についてのべる。

〔1〕 経路選定要因の判別関数

同じ目的地に流入するためのいくつかのルートのうち、それぞれの路線の輸送の質的条件をどのように比較して通勤者が利用する路線を選んでいるかという課題について、従来の研究成果ははなはだ乏しいといわねばならない。

〔1〕においてはこのうち、日科技連内に設けられた委員会が行なつた研究¹⁵⁾について説明する。

路線を選ぶ理由となるパラメータについては数多くのものがあげられるが、まずつぎの4個のパラメータをとりあげる。

- x_1 : 運賃 (普通片道)
- x_2 : 所要時間
- x_3 : 徒歩時間
- x_4 : 乗換回数 (バス乗換を含む)

この4個のパラメータによつて第1路線と第2路線の計数を比較し、路線を選ぶ構造をつぎのように考察している。

すなわち計数に用いた基礎データとしては国鉄の委託によつてKXマーケティングセンターが実施した調査の報告書¹⁶⁾が使用されている。この調査の主な実施内容はつぎの通りである。

調査日時 昭39年10月23日～10月27日

対象地域 中央線荻窪駅を中心とし、西武新宿線、井の頭線によつて限られる範囲内の66町丁

サンプリング 対象地域の66町丁内の世帯につき $1/300$ の等間隔抽出法によつて360世帯を選び、その世帯における通勤・通学者を選んだ。

調査方法 面接調査

回収有効票数 回収票数は333、うち60%が通勤、40%が通学である。
また利用交通機関による分類は表7-5-1のとおりである。

このサンプルの
公衆交通機関利用
者253人のうち、
降車駅が山手環状
線内部である157
人を取りあげて以
下の分析を行なつ
た。

表 7-5-1 サンプルの利用交通機関

| 交 通 機 関 | 利用者数(人) |
|-------------------|---------|
| 公衆交通機関利用者 | 253 |
| (うちバスのみの利用者) | (18) |
| 自家用乗用車、バイク、自転車利用者 | 27 |
| 徒歩による通勤通学者 | 53 |
| 計 | 333 |

まず第1路線が
中央線で、第2路線が中央線以外の関連路線(地下鉄荻窪線・西武新宿線・井の頭線)である者、およびその逆に第1路線が中央線以外で第2路線が中央線の者、すなわち表7-5-2に示す計143人を選んで第1路線を決定する構造の検討を試みる。

この $N=143$ 名の i 人目について、すでにのべた4つのパラメータのうち第1路線(中央線)に関するものを x_{i1} 、 x_{i2} 、 x_{i3} 、 x_{i4} 、第2路線(その他の路線)に関するものを x'_{i1} 、 x'_{i2} 、 x'_{i3} 、 x'_{i4} とし、

$$d_{ij} = x_{ij} - x'_{ij}$$

とにおいて143行からなる次表がえられる。

表 7-5-2 サンプルの比較路線

| 第 1 路 線 | 第 2 路 線 | 該 当 人 数 |
|-----------|-----------|---------|
| 中 央 線 | 荻 窪 線 | 77 |
| 中 央 線 | 西 武 新 宿 線 | 23 |
| 中 央 線 | 井 の 頭 線 | 1 |
| 荻 窪 線 | 中 央 線 | 22 |
| 西 武 新 宿 線 | 中 央 線 | 6 |
| 井 の 頭 線 | 中 央 線 | 4 |

計 143

$$\begin{array}{cccc}
 d_{11} & d_{12} & d_{13} & d_{14} \\
 d_{21} & d_{22} & d_{23} & d_{24} \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 d_{N1} & d_{N2} & d_{N3} & d_{N4}
 \end{array}$$

このデータについて判別関数¹⁷⁾の係数を定めるために第1グループ(中央線利用者 $N_1=101$ 名)第2グループ(その他路線利用者 $N_2=42$ 名)の平均値と分散を求めると表7-5-3となる。

表 7-5-3 平 均 値 と 分 散

| 要 因 | グ ル ー プ 1 | | グ ル ー プ 2 | |
|-----|-----------|-------|-----------|------|
| | 平 均 値 | 分 散 | 平 均 値 | 分 散 |
| 1 | -6.346 | 115.2 | 8.333 | 74.6 |
| 2 | -6.277 | 62.9 | 1.286 | 84.1 |
| 3 | 0.238 | 20.0 | 0.024 | 19.9 |
| 4 | -0.683 | 0.79 | 0.214 | 0.64 |

この2グループの各変数 $d_1 d_2 d_3 d_4$ から線形判別関数

$$y = a_1 d_1 + a_2 d_2 + a_3 d_3 + a_4 d_4 \quad (7-5-1)$$

を求め、この y の値によつてグループ 1 に属するか、2 に属するかを判定するため、グループ 1 の y の値を y_1 、グループ 2 の y の値を y_2 として

$$\frac{E(y_1) - E(y_2)}{D^2(y_1) + D^2(y_2)} \quad (7-5-2)$$

ここに $E(y_1), E(y_2)$: それぞれ y_1, y_2 の期待値

$D^2(y_1), D^2(y_2)$: それぞれ y_1, y_2 の分散

をできるだけ大きな値になるように a_1, a_2, a_3, a_4 を定める。¹⁷⁾

すでにのべた 143 人の実績値によれば、式 (7-5-1) はつぎのようになる。

$$y = -0.06456 d_1 - 0.01719 d_2 - 0.04614 d_3 + 0.10555 d_4 \quad (7-5-3)$$

表 7-5-4 y_1, y_2 による平均と分散

| | 平 均 | 分 散 | 標準偏差 |
|-------|----------|--------|-------|
| y_1 | 0.57874 | 0.5190 | 0.712 |
| y_2 | -0.58379 | 0.4810 | 0.693 |

この式によつて y を求め、第 1 グループに対する各 y_1 、第 2 グループに対する各 y_2 の平均、分散を求めると表 7-5-4 となつた。

いまこの 2 つのグループの y の分布を正規分布と仮定して、それぞれの確率密度関数を $f_1(y)$ 、 $f_2(y)$ とすると $\sum a_j d_j$ は次式を満足する y_0 を境にして判別すればよいことになる。¹⁷⁾

$$\int_{-\infty}^{y_0} f_1(y) dy = \int_{y_0}^{\infty} f_2(y) dy \quad (7-5-4)$$

実際の数値では

$$y_0 = -0.3787$$

となり、この y_0 によつて

$$\sum a_j d_j - y_0 > 0 \quad : \quad \text{中央線を選ぶ}$$

$$\sum a_j d_j - y_0 < 0 \quad : \quad \text{中央線以外を選ぶ}$$

と判定することとする。

このとき 143 個のサンプルデータについて試算すると、的中率は表 7-5

- 5 となつた。

この方法によれば、式(7-5-1)に示す4つの係数 a_j によつてそれぞれのパラメータ1単位当たりが、路線選定に影響するウェイトを知ることがで

表 7-5-5 的 中 率 の 計 算 値

| | 総 数 | 的 中 数 | 的 中 率 |
|--------|-----|-------|-------|
| グループ 1 | 101 | 91 | 0.902 |
| グループ 2 | 42 | 24 | 0.572 |
| 計 | 143 | 115 | 0.804 |

きる。たとえば表7-5-6のように乗換え1回の増加は片道運賃差1.64円所要時分差6.15分、徒歩時分差2.29分と等価であるという結果がえられる。

表 7-5-6 各係数のウェイトの比較

| 変 数 | 係 数 | 各係数のウェイト | | |
|-------------|----------|----------|------|------|
| 運 賃 差 d_1 | -0.06456 | 1 | 3.76 | 1.40 |
| 所要時分差 d_2 | -0.01719 | 0.266 | 1 | 0.37 |
| 徒歩時分差 d_3 | -0.04614 | 0.715 | 2.68 | 1 |
| 乗換回数差 d_4 | 0.10555 | 1.64 | 6.15 | 2.29 |

この方法は路線選定に際して影響する諸要因の比重を求める一方法といえる。しかし表7-5-5に示すように、この場合のグループ2的の中率は57.2%にすぎず、このようにしてえられた係数 a_j を実際に利用する立場からは、さらに吟味する必要がある。

また路線選定に影響する要素として、さらに混雑度や座席確保の可能性などを加えてパラメータを増せば、それぞれの係数 a_j の精度はさらに低くなるものと考えられ、この方法の残された課題といえる。

〔2〕 経路選定要因の重回帰分析

この項においては、すでにのべた通勤経路選定に影響する種々の社会心理的要素の計量化のために重回帰分析の手法を適用しうることを提案し、その

場合の独立変数、従属変数の選定方法について考察する。

(1) 重回帰平面の計算法

いま通勤経路の選定を左右する指標の大きさを G 、たとえば § 1 にのべたようにこの G に影響する諸要素のうち 3 つを選んでそれぞれの大きさを X 、 Y 、 Z とすれば、次式の多重直線回帰で G と X 、 Y 、 Z との関係が記述されるものとする。

$$G = a + bX + cY + dZ \quad (7-5-5)$$

すなわち 4 次元空間における平面を示す式となる。

現実のデータをこの式にあてはめ、回帰検定によつて、有意性が証明されれば上式の考え方は是認され、また他の要素は回帰からの誤差に含まれることとなる。

式 (7-5-5) の場合について定数 a 、 b 、 c 、 d の決定法すなわち重回帰平面の計算法を簡単に説明する。^{18,19)} まずある一つのデータ (X_i 、 Y_i 、 Z_i) に対応する現実の G の値を G_i とし、式 (7-5-5) による値、すなわち回帰平面上の値を G'_i とする。ここに ($G_i - G'_i$) は誤差であつて、

$$Q = \sum_i (G_i - G'_i)^2 \quad (7-5-6)$$

の Q の値を最小にするように a 、 b 、 c 、 d を決定すれば、求める式 (7-5-5) の定数が決まることとなり、したがつて X 、 Y 、 Z の各要素が通勤経路選択に影響するそれぞれの比重を計量的に取り扱うことができる。

式 (7-5-6) に示す Q が a 、 b 、 c 、 d に関して極小であるためには、

$$\begin{aligned} Q &= \sum_i (G_i - G'_i)^2 = \sum_i \{ G_i - (a + bX_i + cY_i + dZ_i) \}^2 \\ &= f(a, b, c, d) \end{aligned} \quad (7-5-7)$$

において a 、 b 、 c 、 d を変数と考え、それらの 1 次偏微係数を求めこれを 0 とおく。

$$\frac{\partial f}{\partial a} = 2 \{ \sum_i (G_i - a - bX_i - cY_i - dZ_i) \} (-1) = 0 \quad (7-5-8)$$

$$\frac{\partial f}{\partial b} = 2 \{ \sum_i (G_i - a - bX_i - cY_i - dZ_i) \} (-X_i) = 0 \quad (7-5-9)$$

$$\frac{\partial f}{\partial c} = 2 \left\{ \sum_i (G_i - a - bX_i - cY_i - dZ_i) \right\} (-Y_i) = 0 \quad (7-5-10)$$

$$\frac{\partial f}{\partial d} = 2 \left\{ \sum_i (G_i - a - bX_i - cY_i - dZ_i) \right\} (-Z_i) = 0 \quad (7-5-11)$$

式 (7-5-8) より

$$\sum_i G_i = na + b \sum_i X_i + c \sum_i Y_i + d \sum_i Z_i$$

データ数を n とし、両辺を n で割れば

$$\begin{aligned} \frac{\sum G_i}{n} &= a + b \frac{\sum X_i}{n} + c \frac{\sum Y_i}{n} + d \frac{\sum Z_i}{n} \\ \therefore \bar{G} &= a + b\bar{X} + c\bar{Y} + d\bar{Z} \end{aligned} \quad (7-5-12)$$

ここに \bar{G} , \bar{X} , \bar{Y} , \bar{Z} は平均値である。

式 (7-5-12) により、回帰平面は重心 (\bar{X} , \bar{Y} , \bar{Z}) を通ることがわかる。

式 (7-5-9) より

$$\sum_i G_i X_i = a \sum_i X_i + b \sum_i X_i^2 + c \sum_i X_i Y_i + d \sum_i X_i Z_i \quad (7-5-13)$$

式 (7-5-12) より a を求め式 (7-5-13) に代入すると

$$\sum_i G_i X_i = (\bar{G} - b\bar{X} - c\bar{Y} - d\bar{Z}) \sum_i X_i + b \sum_i X_i^2 + c \sum_i X_i Y_i + d \sum_i X_i Z_i$$

$\sum_i X_i = n\bar{X}$ であるから、上式より

$$\begin{aligned} \sum_i G_i X_i - n\bar{G}\bar{X} &= b (\sum_i X_i^2 - n\bar{X}^2) + c (\sum_i X_i Y_i - n\bar{X}\bar{Y}) \\ &\quad + d (\sum_i X_i Z_i - n\bar{X}\bar{Z}) \end{aligned}$$

変形すれば

$$\begin{aligned} \sum_i (G_i - \bar{G}) (X_i - \bar{X}) &= b \sum_i (X_i - \bar{X})^2 + c \sum_i (X_i - \bar{X}) (Y_i - \bar{Y}) \\ &\quad + d \sum_i (X_i - \bar{X}) (Z_i - \bar{Z}) \end{aligned} \quad (7-5-14)$$

同様に式 (7-5-10) より

$$\begin{aligned}\sum_i (G_i - \bar{G}) (Y_i - \bar{Y}) &= b \sum_i (X_i - \bar{X}) (Y_i - \bar{Y}) + c \sum_i (Y_i - \bar{Y})^2 \\ &\quad + d \sum_i (Y_i - \bar{Y}) (Z_i - \bar{Z})\end{aligned}\quad (7-5-15)$$

また式 (7-5-11) より

$$\begin{aligned}\sum_i (G_i - \bar{G}) (Z_i - \bar{Z}) &= b \sum_i (X_i - \bar{X}) (Z_i - \bar{Z}) \\ &\quad + c \sum_i (Y_i - \bar{Y}) (Z_i - \bar{Z}) + d \sum_i (Z_i - \bar{Z})^2\end{aligned}\quad (7-5-16)$$

式 (7-5-14) (7-5-15) (7-5-16) は b, c, d に関する 3 元連立方程式であり、一般には解がえられる。

$$\begin{aligned}\text{いま} \quad G_i - \bar{G} &= G'_i & X_i - \bar{X} &= X'_i \\ Y_i - \bar{Y} &= Y'_i & Z_i - \bar{Z} &= Z'_i\end{aligned}$$

とおけば、式 (7-5-14) (7-5-15) (7-5-16) は

$$b \sum_i X_i'^2 + c \sum_i X'_i Y'_i + d \sum_i X'_i Z'_i = \sum_i G'_i X'_i$$

$$b \sum_i X'_i Y'_i + c \sum_i Y_i'^2 + d \sum_i Y'_i Z'_i = \sum_i G'_i Y'_i$$

$$b \sum_i X'_i Z'_i + c \sum_i Y'_i Z'_i + d \sum_i Z_i'^2 = \sum_i G'_i Z'_i$$

これらより

$$b = \frac{1}{D} \begin{vmatrix} \sum_i G'_i X'_i & \sum_i X'_i Y'_i & \sum_i X'_i Z'_i \\ \sum_i G'_i Y'_i & \sum_i Y_i'^2 & \sum_i Y'_i Z'_i \\ \sum_i G'_i Z'_i & \sum_i Y'_i Z'_i & \sum_i Z_i'^2 \end{vmatrix} \quad (7-5-17)$$

$$c = \frac{1}{D} \begin{vmatrix} \sum_i X_i'^2 & \sum_i G'_i X'_i & \sum_i X'_i Z'_i \\ \sum_i X'_i Y'_i & \sum_i G'_i Y'_i & \sum_i Y'_i Z'_i \\ \sum_i X'_i Z'_i & \sum_i G'_i Z'_i & \sum_i Z_i'^2 \end{vmatrix} \quad (7-5-18)$$

$$d = \frac{1}{D} \begin{vmatrix} \sum X_i'^2 & \sum X_i' Y_i' & \sum G_i' X_i' \\ \sum X_i' Y_i' & \sum Y_i'^2 & \sum G_i' Y_i' \\ \sum X_i' Z_i' & \sum Y_i' Z_i' & \sum G_i' Z_i' \end{vmatrix} \quad (7-5-19)$$

ここに

$$D = \begin{vmatrix} \sum X_i'^2 & \sum X_i' Y_i' & \sum X_i' Z_i' \\ \sum X_i' Y_i' & \sum Y_i'^2 & \sum Y_i' Z_i' \\ \sum X_i' Z_i' & \sum Y_i' Z_i' & \sum Z_i'^2 \end{vmatrix} \quad (7-5-20)$$

式(7-5-17)(7-5-18)(7-5-19)によつて b, c, d を知れば式(7-5-12)より a を求めることができ、したがつて回帰式(7-5-5)を決定することができる。

以上は独立変数を3個とした場合であるが変数が m 個すなわち X_1, X_2, \dots, X_m である場合についても同様にして次式の定数 $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$ を決定することができる。

$$G = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_m X_m \quad (7-5-21)$$

(2) 変数の選定

式(7-5-21)において従属変数 G はすでにのべたように通勤経路の選択を左右する指標の大きさであつて、これを示す指標としては通勤に関する種々の統計値を用いることが可能であり、それぞれの場合について(1)のべた重回帰分析の手法を適用することが考えられる。

以下においてはそのうち変数の選定に関する1つの方法を提案する。

まず原データについては都市近郊鉄道路線の各駅を $1, 2, \dots, i, \dots, n$ とし、そのそれぞれの駅から都心に至る経路について

$$G_i = a_0 + a_1 X_{1i} + a_2 X_{2i} + \dots + a_m X_{mi}$$

の関係が成り立つものとする。

この G_i の数値として、本章 § 3 のべた幾何的勢圏の考え方を適用する。

すなわち幾何駅勢圏 i の夜間人口を P_i 、夜間人口に対する昼間流出入口、すなわち通勤発生率を r_i 、駅 i からの実際の通勤乗車人口を q_i とし

$$G_i = \frac{q_i}{r_i P_i}$$

をとる。この場合もしかりに各駅が経路選定条件に関して等しければ $G_i=1$ となり、幾何駅勢圏がそのまま実際の駅勢圏に一致するはずである。したがって $G_i > 1$ の場合には幾何駅勢圏 i の領域外からの通勤者の一部も駅 i から乗車することを示しており、逆に $G_i < 1$ の場合は駅勢圏 i の通勤者の一部が他の駅を利用していることを示す。

したがってこの G_i の大きさを経路の選定に関する一つの指標と考えることができる。

つぎに独立変数としてはそれぞれの駅 i について、§1にのべた経路選定要素をたとえばつぎのようにとりあげることが考えられる。

i) 時間距離

駅 i から都心までの所要時分を X_{1i} (分)とする。

ii) 通勤費用

駅 i から都心までの通勤費用を X_{2i} (円)とする。

iii) 乗換えに伴う負担

駅 i から都心に流入する経路における乗換回数および乗換えのための徒歩距離(または乗換所要時分)を X_{3i} とすることが考えられる。その場合、次項〔3〕にのべるように、乗換え1回当たりの損失時分換算係数をもちいることも考えられる。

iv) 混雑度

乗車効率(%)を X_{4i} とする。また乗車効率を異にする2つ以上の路線に乘換える場合には、それぞれの路線の乗車時分をウェイトとする加重平均値をとることが考えられる。

従属変数としてここにのべた G_i の値を取り扱う場合には以上のほか、幾何駅勢圏の面積 A_i 、したがって隣接路線との平均距離が小さいほど路線相互の転移が容易になるので、たとえばその影響などをも独立変数の一つとして、

考慮することが考えられる。

なおここにのべた変数 X_{1i} , X_{2i} , , X_{mi} は単純な一次結合によつて式 (7 - 5 - 21) に示したが、 G_i と i) ~ iv) にのべたそれぞれの要素との関数関係に応じて、

$$X = \log x , \quad X = x^2 , \quad X = \frac{1}{x}$$

などの変数変換を行なうことも当然考えられる。

以上に一例としてのべたように独立変数、従属変数を選ぶことにより、重回帰分析の手法を適用して通勤経路選定に関する社会心理的要素相互間の比重を計量化することができると考えられる。

〔3〕 実査データにもとづく経路選定要因の分析

本節では、他の路線と比較して、各通勤者が利用路線を選定している理由を調査した輸送路線のアンケート結果によつて選定要因を分析する方法²⁰⁾を提案する。

アンケート結果を利用する点は共通であるが、すでにのべた〔1〕の方法が比較路線を含む x_1 , x_2 , x_3 , x_4 を調査したのに対し、本節では、さらに比較路線に比しなぜ利用路線を選んだかという理由を尋ね、通勤者の直接の意志にウェイトづけを行なう点が相違している。この手法はわかりやすいように実際の調査例によつて説明する。すなわち、著者の提案による調査内容によつて、国鉄東京鉄道管理局が昭和39年11月に実施したアンケート調査においては、各通勤者に対してつぎの事項について調査し、計約3,400枚の回答が得られている。²¹⁾

- (1) 通勤のために主として利用しているルート
- (2) 上記のルート以外で通勤のための利用が考えられる比較ルート
- (3) 比較ルートではなく、利用ルートを有利とする理由 (表 7 - 5 - 7 のうち該当するものに check を付ける。)

このアンケート結果を利用することによりつぎの分析を行なう2つの方法を考察した。

表 7-5-7 路線選定理由

1. 乗車駅までのバスの便がよいから
2. 乗車駅から始発または増結車が出るから
3. 乗車駅に急行が停車するから
4. 勤務先に 分ほど早く到着するから
5. 乗換回数が 回少ないから
6. 乗換えしなくて済むから
7. 乗換えが楽にできるから
8. 混み方が少ないから
9. 運賃が安いから
10. 下車駅から勤務先までの便がよいから
11. その他

(1) 乗換えに伴う精神的負担の換算時分

調査サンプルのなかで利用ルートと比較ルートの間に所要時分、乗換回数、あるいはその両者について差があると回答しているものを表7-5-8のように分類する。

表 7-5-8
2つの路線の乗換回数と所要時分の比較

| 所 要 時 分 \ 乗換回数 | | 利用ルートの乗換回数が比較ルートより | | |
|----------------------------|----|--------------------|----|----------------|
| | | 少ない | 同じ | 多い |
| 利用ルートの 所要時分が比 較ルートより | 短い | A | | D ₁ |
| | 同じ | | B | C |
| | 長い | D ₂ | | |

この表において

A：利用ルートの方が比較ルートより早いかまたは等しく、かつ乗換回数

が少ない。

B：利用ルートと比較ルートが所要時分、乗換回数ともに等しい。

C：利用ルートの方が比較ルートよりも遅いかまたは等しく、かつ乗換回数が多い。

という場合である。同様に、

D_1 および D_2 ：利用ルートの方が比較ルートより早ければ乗換回数が多く、遅ければ乗換回数が少ない。

という場合であり、通勤者がルートを選ぶ際に時間と乗換回数の優劣を同時に比較するという意志が作用した結果であると考えることができる。

そこで D_1 および D_2 に属するサンプル i について、その所要時分差 $\pm \Delta t_i$ と乗換回数 $\pm \Delta N_i$ を用いて乗換えに伴う精神的負担の所要時分に関する換算値 T_1, T_2, T を次式で示すことができると考える。

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= \frac{\sum_{i \in D_1} |\Delta t_i|}{\sum_{i \in D_1} |\Delta N_i|} \\ T_2 &= \frac{\sum_{i \in D_2} |\Delta t_i|}{\sum_{i \in D_2} |\Delta N_i|} \\ T &= \frac{\sum_{i \in D_1, D_2} |\Delta t_i|}{\sum_{i \in D_1, D_2} |\Delta N_i|} \end{aligned} \right\} \quad (7-5-22)$$

この T の値は

「乗換え一回の精神的・肉体的負担は、所要時分 T 分の損失と等価と感ぜられている。」

という時間的表現の平均値に換算されたことを意味し、乗換え負担換算時分と名づけることができる。

たとえば前述のアンケートのうち、乗車駅が中央線である通勤者のサンプル 208 人について集計すると表 7-5-9 がえられ、式 (7-5-22) によれば

$$T_1 = 9.67 \text{ 分/回}$$

表 7-5-9
中央線と他の路線との乗換回数と所要時分の比較

| 乗換え回数 所 要 時 分 | | 利 用 路 線 の 方 が 比 較 路 線 よ り | | | 計 |
|-------------------|-----|------------------------------|-----|-----|-----|
| | | 少 い | 同 じ | 多 い | |
| 利用路線の方が 比較路線より | 短 い | 35 | 18 | 23 | 110 |
| | 同 じ | 16 | 25 | 6 | 47 |
| | 長 い | 23 | 52 | 10 | 151 |
| 計 | | 74 | 95 | 39 | 208 |

$$T_2 = 7.30 \text{ 分/回}$$

$$T = 8.49 \text{ 分/回}$$

と試算される。これを利用して駅勢圏を推定する場合、乗換えに関する社会心理的負担のみに関しては、乗換回数が1回少ない路線では、所要時分が T 分多くても駅勢圏の形成要素は等価であると考えることができる。

(2) 社会心理的要素の比重の分析

すでにのべたアンケート調査のように、たとえば表7-5-7のルート選択理由の該当事項が集計される場合には、これを利用して各項目ごとの該当者数が全回答数に占める比率によつて選択理由の項目別にウェイト付けを考え、駅（または路線）ごとの社会心理的負担の相対的な大きさを推定することができる。

すなわち、まず第 k 項目の理由のウェイト w_k を次式によつて与えることができる。と考える。

$$w_k = \frac{N_k}{\sum_k N_k} \quad (7-5-23)$$

ここに N_k は、 k 項目の総該当者数

つぎにそれぞれの駅（または路線）について、通勤に関する社会心理的負担の相対的な大きさを比較するため、駅 i （または路線 j ）について次式のよう

に k 、 k' 項目の理由の占める比重 α_k^i および $\alpha_{k'}^j$ を求めることとする。

$$\left. \begin{aligned} \alpha_k^i &= \frac{n_k^i}{\sum_k n_k^i} \\ \alpha_{k'}^j &= \frac{n_{k'}^j}{\sum_{k'} n_{k'}^j} \end{aligned} \right\} \quad (7-5-24)$$

ここに n_k^i は駅 i の第 k 項目、 $n_{k'}^j$ は路線 j の第 k' 項目の理由の該当者数である。また表 7-5-7 から乗車駅に関する項目は第 1, 2, 3 項であり、乗車路線に関する項目は第 6, 7, 8, 9 項であるから

$$k = 1, 2, 3,$$

$$k' = 6, 7, 8, 9,$$

となる。

ところで第 k 項目、第 k' 項目の理由のウェイト w_k 、 $w_{k'}$ は式 (7-5-23) によつて求められるから、駅 i 、または路線 j を通勤に利用する場合の社会心理的負担の相対的な大きさ C^i 、 C^j は

$$\left. \begin{aligned} C^i &= \sum_{k=1}^3 \alpha_k^i \cdot w_k \\ C^j &= \sum_{k'=6}^9 \alpha_{k'}^j \cdot w_{k'} \end{aligned} \right\} \quad (7-5-25)$$

によつて求めることができる。

この方法の計算手順を以下に示す。

a) 各項目に対する該当者数を乗車駅別 (または乗車路線別) に表 7-5-10 のように集計する。

b) この N_k によつて

$$w_k = \frac{N_k}{\sum_k N_k}$$

を計算する。

表 7-5-10 選定路線別・理由別集計表

| 項目 路線 | 1 | 2 | ..... | k | ..... | 11 | 計 |
|----------|---------|---------|-------|---------|-------|------------|----------------|
| 1 | n_1^1 | n_2^1 | ..... | n_k^1 | ..... | n_{11}^1 | $\sum_k n_k^1$ |
| 2 | n_1^2 | n_2^2 | ..... | n_k^2 | ..... | n_{11}^2 | $\sum_k n_k^2$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ | ⋮ |
| j | n_1^j | n_2^j | | n_k^j | | n_{11}^j | $\sum_k n_k^j$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ | ⋮ |
| J | n_1^J | n_2^J | | n_k^J | | n_{11}^J | $\sum_k n_k^J$ |
| 計 | N_1 | N_2 | | N_k | | N_{11} | $\sum_k N_k$ |

表 7-5-11 各選定理由の比重計算表

| 項目 駅 | 1 | 2 | ..... | k | ..... | 11 |
|---------|--------------|--------------|-------|--------------|-------|-----------------|
| 1 | α_1^1 | α_2^1 | ..... | α_k^1 | ..... | α_{11}^1 |
| 2 | α_1^2 | α_2^2 | ..... | α_k^2 | ..... | α_{11}^2 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| i | α_1^i | α_2^i | ..... | α_k^i | ..... | α_{11}^i |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| I | α_1^I | α_2^I | ..... | α_k^I | ..... | α_{11}^I |

(注) 乗車路線に関しては $i \rightarrow j$, $I \rightarrow J$, $k \rightarrow k'$ となる。

c) 表 7-5-11 のように

$$\alpha_k^i = \frac{n_k^i}{\sum_k n_k^i}$$

$$\alpha_{k'}^j = \frac{n_{k'}^j}{\sum_{k'} n_{k'}^j}$$

を計算する。

d) $\alpha_k^i \cdot w_k$ および $\alpha_{k'}^j \cdot w_{k'}$ を計算する。

e) 駅 i に関する C^i および路線 j に関する C^j を次式によつて計算する。

$$C^i = \sum_{k=1}^3 \alpha_k^i \cdot w_k$$

$$C^j = \sum_{k'=6}^9 \alpha_{k'}^j \cdot w_{k'}$$

この方法を応用し、先にのべたアンケートの結果によつて

a) 東京近郊の小田急・京王・国鉄中央・西武新宿の4路線

b) 国鉄中央線の各駅

のそれぞれについて、通勤に関する社会心理的負担の相対的な大きさを試算した。その結果を要約すると表 7-5-12、7-5-13 が得られた。

この値は式 (7-5-23 ~ 25) から明らかなように大きい方が有利であることを示す。たとえば中央線の各駅においては、始発電車のある駅ではいずれも大きな値となつて座席確保の可能性のあることが大きな有利さをもつていことが推察される。

ただし国分寺駅が他に比して著じるしく小さい値を示しているのは選択理由 1, 2, 3 の該当者の合計がわずか 1 名しかなかったことが原因であり、現実の推定に際してはさらに多くのサンプル数が必要といえる。

表 7-5-12
西郊各路線別社会
心理的負担の比重

| 路線名 | C_j |
|------|-------|
| 小田急 | 2.23 |
| 京王帝都 | 1.99 |
| 中 央 | 2.69 |
| 西武新宿 | 2.11 |

表 7-5-13
中央線各駅の社会
心理的負担の比重

| 駅 名 | 負担の比重 |
|---------|-------|
| 中 野 | 2.96 |
| 高 円 寺 | 0.70 |
| 阿 佐 ヶ 谷 | 0.83 |
| 荻 窪 | 1.75 |
| 西 荻 窪 | 0.57 |
| 吉 祥 寺 | 1.30 |
| 三 鷹 | 2.16 |
| 武 蔵 野 | 1.10 |
| 武蔵小金井 | 2.08 |
| 国 分 寺 | 0.33 |
| 国 立 | 1.32 |
| 立 川 | 2.96 |

以上のべたように、本節においては、近郊住宅地と都心を結ぶさまざまな通勤ルートの特性を比較する場合、時間的・経済的条件以外の社会心理的要素について経路選定の影響を計量化する方法論を論述した。すなわち実査法の結果を用いて駅勢圏形成に影響する相対的な大きさを数量的に取扱うために判別関数を応用する従来の方法をのべるとともに、新たに2つの方法を提案した。

ここにのべた乗換え・乗車駅・利用路線のそれぞれの数量化された社会心理的負担の大きさは、通勤手段からみた近郊地域の特性の比較や、鉄道各路線の今後の輸送需要の予測に応用しうるものとする。

§ 6 結 語

都市近郊における地域別人口密度の増加すなわち都市近郊の発展と都市交通路線網との関係を明らかにし、また交通路線に関する質的条件の合理的な分析にもとづいて将来の輸送需要を予測するためには、各交通路線の勢力圏形成のメカニズムを解明することが基礎的な課題といえる。

高速鉄道路線に主として依存する通勤輸送に関していえば、一般にその駅勢圏はそれぞれの鉄道路線の質的諸条件を考慮した通勤者の自由選択によって形成される。

本章においてはこれらの通勤者の経路選定に影響する諸要素の比重の計量的な分析を目的として二、三の新たな方法論を提案した。

その1つは幾何駅勢圏内通勤発生人口および各路線の輸送実績値により、幾何駅勢圏に対する比較によつて実際の駅勢圏を推定するものであり、第2は、通勤費用-時分換算係数をもとめ、これを用いて将来の輸送の質的条件

が相対的に変化する場合の駅勢圏の変化を予測しようとするものである。駅勢圏の推定に関する従来の方法がいずれもアンケートによる実査法に頼っていたのに対し、この2つの方法論はいずれも実査を行うことなく人口と交通量に関する統計量のみによつて駅勢圏の推定および将来の変化を予測することができるものである。

さらに経路選定要因のうち、計量化の困難な社会心理的要素に対して、重回帰分析の手法を適用しうることをのべ、その場合従属変数としては、たとえば一つの方法として幾何駅勢圏の夜間人口に対する乗車実績の比率をとることを提案した。

また経路選定に関する通勤者の実査に際して、同時に選定理由の調査データが得られた場合には、これを利用して通勤経路の質的諸条件が経路選定におよびる影響の計量化をおこなうための一つの方法を明らかにした。

以上本章に提案した方法論によつて路線勢力圏形成のメカニズムおよび通勤経路選定要因を明らかにし、これにもとづいて交通路線網との関連における将来の都市近郊人口密度分布の変化や各交通路線の輸送の質的条件に対応する輸送需要の変化を予測することができる。

参 考 文 献

- 1) 八十島義之助・藤崎清・大崎本一： 都市交通機関と沿線人口の変遷，
都市計画， Vol.6, No.2, 昭32.11, pp.16～22.
- 2) 八十島義之助・依田和夫・稻村一弘： 駅勢圏の研究，
第4回日本道路会議論文集，昭33年5月，日本道路協会，pp.808～811.
- 3) 「通勤輸送構造の解析」に関する調査研究報告書，
1964年3月，日本科学技術連盟，pp.91～94.
- 4) 通勤輸送構造の解析に関する調査研究報告書，
1965年3月，日本科学技術連盟，pp.150～156.
- 5) 久保亮五： 統計力学， 共立全書，昭和40年5月，共立出版，pp.98～100.
- 6) 久保亮五編： 熱学・統計力学， 昭和40年7月，裳華房，pp.194～196.

- 7) 宮田 一・渡部貞清： 駅勢人口と乗車人数（資料 1），
昭和 39 年 8 月，鉄道技術研究所速報 №64 - 231，国鉄鉄道技術研究所。
- 8) 卜部舜一・上原孝雄・宮田 一・渡部貞清 ほか：
中央線における通勤客数の測定
（その 1 武蔵小金井駅） 鉄道技術研究所速報，№62 - 8， 昭 37.1.
（その 2 阿佐ヶ谷駅） 同 №62 - 48， 昭 37.4.
（その 3 荻 窪 駅） 同 №62 - 154， 昭 37.5.
（その 4 中 野 駅） 同 №63 - 177， 昭 38.6.
（その 5 吉 祥 寺 駅） 同 №63 - 270， 昭 38.10.
（その 6 立 川 駅） 同 №64 - 57， 昭 39.3.
日本国有鉄道鉄道技術研究所。
- 9) 天野光三： 駅勢圏に関する一考察，
39 年度関西支部年次学術講演概要，土木学会関西支部，pp.125 ~ 126.
- 10) 天野光三： 都市近郊駅の駅勢圏に関する一考察，
土木学会誌 Vol. 50， №10 昭 40.10.， pp.35 ~ 38.
- 11) 井坪武彦： 都市近郊駅の駅勢圏に関する研究，
昭和 40 年 3 月，京都大学工学部土木工学教室，卒業論文，№1962.
- 12) 東京駅到達所要時分調表， 昭和 39 年 3 月，国鉄東京工事局。
13) 東京近郊鉄道路線の定期運賃調表， 昭和 39 年 3 月，国鉄東京工事局。
14) 東京近郊鉄道路線の定期券発売枚数調表， 昭和 39 年 3 月，国鉄東京工事局。
15) 通勤輸送構造の解析に関する調査研究報告書，
1965 年 3 月，日本科学技術連盟， pp.108 ~ 116.
- 16) 通勤客に関する社会心理学的研究報告書，
1964 年 11 月，K.K.マーケティングセンター。
- 17) 植松俊夫： 市場調査のための統計的数量化の理論と実際，
昭和 37 年度工業統計講座，文部省統計数理研究所， pp.24 ~ 29.
- 18) 朝香鉄一： 品質管理のための統計的解析， 1963 年 6 月，日本規格協会。
- 19) 卜部舜一・皆川葉一： 経済的線路容量の算定，
鉄道技術研究報告，№297， 昭 37 年 4 月，
日本国有鉄道鉄道技術研究所。

7-54

20) 天野光三・小野和日児： 東京西郊における通勤動態に関する一考察，

第20回年次学術講演会講演概要，土木学会，昭和40年5月，Ⅷ-110，

21) 通勤状況調査報告書， 昭和40年6月，

国鉄東京工務局調査課，

第8章 路線別通勤交通需要の推計

§ 1 概 説

都市における通勤者が利用する交通機関と路線およびそのそれぞれの区間別通勤交通量を分析し予測することは交通施設計画にとって重要な課題である。なぜならば都市内のゾーン相互間における将来の輸送需要の増加に対応するためには、各交通路線のそれぞれの区間別に必要かつ十分な増強と、今後の投資規模を見い出すことが交通施設計画の最も基礎的な課題でなければならないからである。

この各交通路線の区間別交通量を配分交通量と称することとし、本章では、都市交通機関のうち通勤のための交通流に問題を限定して基礎的な方法論の展開と提案を行なう。

一般に都市近郊の居住者が都心事業所地域に通勤する場合、その経路として利用する交通路線の選択条件としては、すでに第7章にのべたように、それぞれの路線による所要時分、運賃など、時間的条件や経済的条件のほかに、混雑度、乗換回数、徒歩距離など、計量的に比較することが困難な社会心理的な要素が大きい比重を占めており、通勤者はそれらの諸条件を考慮してそれぞれ最も有利とする経路を選定している。

このように、各交通路線の有する輸送の質的条件が配分交通量となつてあらわれるわけであり、将来の予測に際してはこれらの可能な限りの分析が要求される。この課題に関しては、たとえば第7章にすでにのべた方法論によるべきであるが、本章では各交通路線の現在における輸送の質的条件が、将来においても相対的な変化がなく、したがって各近郊地域居住者が路線を選定する比率が変化しない場合を仮定し、各ゾーンの発生、吸収人口のみが変化する場合の各路線の区間別配分交通量を予測する方法についてのべる。

まず§2吸収マルコフ過程に関する理論においては、時間の推移に対してある状態から他の状態に確率的に変化するいわゆるマルコフ過程にある系について、遷移確率行列を用いて任意の時刻における状態確率を求める理論に

ついて説明する。

次にこれを利用し、§ 3 吸収マルコフ過程としてみた都市通勤流動においては、交通路線網の接続点（以下 node という）において各路線に対する旅客の分岐の比率（遷移確率）が与えられている場合、各近郊地域の交通発生量に対応する各路線の区間別配分交通量を求めるため、吸収マルコフ連鎖の理論を応用する佐佐木綱博士の提案を紹介し、これを都市通勤流動に適用する場合について述べる。しかし一般に都市における将来の配分交通量の予測に際し、分岐の比率一定という仮定は実状にそわないので § 4 土地利用計画にもとづく路線別通勤交通需要においては、§ 3 の理論を応用し、第 6 章にのべた将来の分布交通量の予測値を利用して、各ゾーンの発生交通量、吸収交通量ともに変化する場合は各路線の区間（以下 link という）別の配分交通量を予測する方法を提案する。つぎに § 5 路線別通勤交通需要の図上計算法においては、この同じ問題を図上計算によつて求める方法をのべ、§ 6 大都市における適用例では § 4、§ 5 にのべた方法論により、東京における試算例によつて、都市交通網の施設計画に应用するための予測値を求めうることを示す。

§ 2 吸収マルコフ過程に関する理論 ^{1) 2) 3)}

いかなる時間においても、考えている系の状態は有限の数（ $i=1, 2, \dots, n$ ）の中の 1 つであつて、時間としては不連続な時間 $t=0, 1, 2, \dots$ を考え、時間の推移に対して系はある状態から他の状態に確率的に変化するとき、このような系をマルコフ過程にある系とよぶ。

系が時間 t のとき状態 i にあつたということが与えられて、時間 $t+1$ のときの状態が j である確率を p_{ij} と表わすと、この p_{ij} が時間 t に無関係で、 t 以前の状態にまったく依存していないとき、このような系を単純マルコフ過程とよぶ。

このとき

$$\sum_{j=1}^n p_{ij} = 1 \quad , \quad 0 \leq p_{ij} \leq 1 \quad (8-2-1)$$

である。

p_{ij} を i 行 j 列に配置した行列を遷移（確率）行列とよび、 P で表わす。
すなわち

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots & p_{nn} \end{pmatrix}$$

であつて、各行の和はいずれも 1 にひとしい。いまある時刻 t において状態 i にある確率を $T_i(t)$ で表わすと

$$T_i(t+1) = \sum_{j=1}^n T_j(t) p_{ji} \quad (8-2-3)$$

で与えられ、これをベクトル表示すれば

$$\boldsymbol{T}(t+1) = \boldsymbol{T}(t) P \quad (8-2-4)$$

となる。ただし \boldsymbol{T} は

$$\boldsymbol{T} = [T_1, T_2, \cdots, T_n] \quad (8-2-5)$$

なる行ベクトルを意味する。

同様にして

$$\boldsymbol{T}(1) = \boldsymbol{T}(0) P$$

$$\boldsymbol{T}(2) = \boldsymbol{T}(1) P = \boldsymbol{T}(0) P^2$$

.....
.....

であるから一般に

$$\boldsymbol{T}(t) = \boldsymbol{T}(0) P^t \quad (8-2-6)$$

が成立する。

$\boldsymbol{T}(0)$ は $t=0$ における状態確率であつて、これと遷移確率行列 P を与えると、

8-4

任意の時刻 t におけるすべての状態確率が式 (8-2-6) によつて与えられるわけである。

マルコフ過程のもつ性質として、 P が正則であれば

$$\lim_{t \rightarrow \infty} P^t = W \quad (8-2-7)$$

が成立する。ここに W は極限行列であつて

$$W = \begin{pmatrix} w_1 & w_2 & w_3 & \cdots & w_n \\ w_1 & w_2 & w_3 & \cdots & w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_1 & w_2 & w_3 & \cdots & w_n \end{pmatrix} \quad (8-2-8)$$

である。また極限行列の要素は同次方程式

$$\left. \begin{aligned} w_1 &= w_1 p_{11} + w_2 p_{21} + \cdots + w_n p_{n1} \\ w_2 &= w_1 p_{12} + w_2 p_{22} + \cdots + w_n p_{n2} \\ &\cdots \cdots \cdots \\ w_n &= w_1 p_{1n} + w_2 p_{2n} + \cdots + w_n p_{nn} \end{aligned} \right\} \quad (8-2-9)$$

の任意の 1 行の代わりに

$$w_1 + w_2 + \cdots + w_n = 1 \quad (8-2-10)$$

という関係式を用いた n 元連立方程式を解いて与えられる。

もし遷移行列 P が正則でなければ極限行列は存在しない。

系の存在する n ケの状態の中に、一度その状態に入つたときは他のすべての状態に移ることのできない状態、すなわち吸収状態が存在する場合を考えてみる。

このような吸収状態から他の状態への遷移確率は 0 であるから、おのれ自身の状態に留まる確率だけが 1 であることになる。

したがつて吸収状態が r ケ存在する場合、遷移行列の中の r ケの行はある要素が 1 で他はすべて 0 という構成となる。

そこで吸収状態に関係する部分を行列の最初の方に配置すると

$$P = \begin{pmatrix} I & O \\ R & Q \end{pmatrix} \quad (8-2-11)$$

と表わすことができる。ここに I は $r \times r$ の単位行列で O はすべての要素が 0 の $r \times (n-r)$ 行列、 R は非吸収状態から吸収状態への遷移確率を与える $(n-r) \times r$ 行列、 Q は非吸収状態相互の遷移確率を与える $(n-r) \times (n-r)$ 行列である。

このようにしてできた行列 Q を用いると

$$I + Q + Q^2 + Q^3 + \dots = (I - Q)^{-1} \quad (8-2-12)$$

なる関係式が成立し、 $(I - Q)^{-1}$ を吸収マルコフ過程の基本行列とよんでいる。このときつぎのような性質が明らかになっている。

- (i) $(I - Q)^{-1}$ の i 行 j 列は系が状態 i を通つたのち、状態 j を何回通るかという回数の期待値を表わしており、
- (ii) $(I - Q)^{-1} R$ の i 行 j 列は系が状態 i を通つた後、状態 j に吸収される確率を意味している。

任意の時刻 t における状態を表現するために、確率関数 $F(t)$ に対してつぎのような母関数 $F(z)$ を定義する。

$$F(z) = \sum_{t=0}^{\infty} F(t) z^t \quad (8-2-13)$$

ただし

$$|z| < 1$$

このとき $F(t+1)$ の母関数は

$$\sum_{t=0}^{\infty} F(t+1) z^t = z^{-1} [F(z) - F(0)] \quad (8-2-14)$$

で与えられるから、式 (8-2-4) の両辺の母関数を考えると、式 (8-2-4) はつぎのように変形される。ただし $\tilde{F}(t)$ の母関数を $\tilde{T}(z)$ と表わす。

$$\begin{aligned} z^{-1} [\tilde{T}(z) - \tilde{T}(0)] &= \tilde{T}(z) \cdot P \\ \therefore \tilde{T}(z) &= \tilde{T}(0) (I - zP)^{-1} \end{aligned} \quad (8-2-15)$$

したがって式(8-2-15)の $T_{(t)}$ を z の多項式に展開したときの z^{-n} の係数が $T_{(t)}$ を与えており、これは行ベクトルであるから $T_1(t), T_2(t), \dots, T_n(t)$ が与えられたことになる。このような吸収マルコフ過程の遷移行列 P に対しては、式(8-2-7)の関係式は成立しないことに注意しなければならない。

式(8-2-15)によつて吸収状態に吸収されてしまうまでの系が過渡状態に存在する確率が算定されるのである。

§ 3 吸収マルコフ過程としてみた都市交通流動

バス路線、高速鉄道路線、路面電車路線などからなる大都市の通勤交通網を流動する旅客の流れを巨視的に見ると、それぞれの路線ごとに、それぞれのnodeにおいて、ある比率にしたがつてそのnodeで下車し、他の路線に乗り換え、またはそのままの路線でそのnodeを通りすぎて次のnodeでまた別の比率にしたがつてそれぞれの路線へ分岐してゆくのでこの比率を分岐の比率と称することとする。

このような旅客の1人1人についてはそれぞれ固有の始終点(OD)を有し、その OD のための経路として1つのルートを選んでいるのであるから各nodeにおいてつぎにどの路線に乗り換えてゆくかは固定しており、どの旅客についても一定の確率にしたがつたと仮定するのは実情に合わないともいえる。しかしあるnodeに流入する旅客を総合して考えると、ある限られた時間帯においてつぎに利用する路線の比率としてはそれぞれ固定したものと考えることができる。すなわち上述の分岐の比率を、そのまま§2にのべた各nodeにおける遷移確率と考えることができるので、この観点から、都市の通勤交通に対して吸収マルコフ連鎖の理論を適用して各node間の通過交通量を解析することを考察する。

この理論は佐佐木綱博士の提案^{4,5)}による配分交通量のすぐれた解析法であるが、そのまま都市鉄道網の旅客輸送量の推定にも適用しうる。すなわち通勤配分交通量の推定に適用する場合、一般的な道路網のモデルに比して朝(または夕方)の通勤時間帯においては、旅客流動は第2章§3にのべたように一方向のみを考慮すればよいから、モデルを単純化して考えることができる。

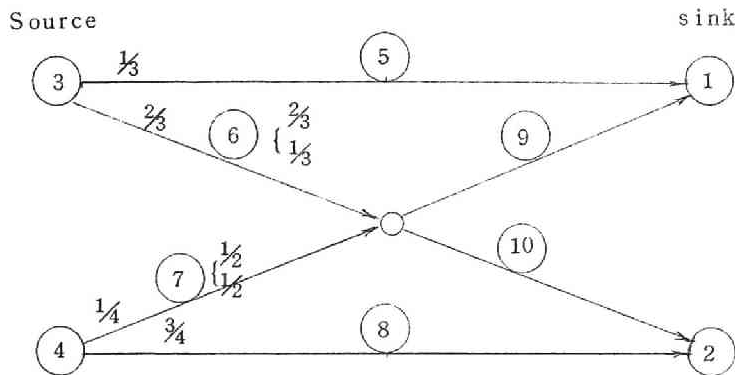


図 8-3-1 簡単な交通路線網のモデル

いま簡単のため図8-3-1のように2つずつのsourceとsinkを有する交通路線網のモデルにおいてそれぞれのnodeにおける各linkへの分岐の比率（遷移確率）が与えられているものとする。

この図は発生源③からlink⑤および⑥へ流れる比率はそれぞれ $1/3$ ， $2/3$ 、⑥から⑨、⑩への比率はそれぞれ $2/3$ ， $1/3$ であることを示し、矢印の方向にしか旅客は流れないものとする。

このとき発生源③、④から単位時間にそれぞれ u_3 ， u_4 の旅客が発生し、与えられた分岐の比率（遷移確率）にしたがつて路線網を流れて吸収源①、②に到着する場合、各linkを通過する旅客交通量を求めたい。

この問題は発生源から分岐の比率にしたがつて交通量を順次に配分して計算を進めることにより容易に求められる。

しかし、一般には路線網ははるかに複雑であるので、各linkの通過交通量を解析的に解くために、§2にのべた吸収マルコフ連鎖の理論が有用である。

いま通勤者の発生する各近郊地区（すなわち発生源：source）を $1, 2, 3, \dots, m, \dots, M$ ，通勤者を吸収する各都心地区（すなわち吸収源：sink）を $1', 2', 3', \dots, n', \dots, N'$ とし、単位時間におけるそれぞれの地区の発生交通量を $u_1, u_2, u_3, \dots, u_m, \dots, u_M$ 、吸収交通量を $v_{1'}, v_{2'}, v_{3'}, \dots, v_{n'}, \dots, v_{N'}$ とする。また吸収的な状態すな

わち吸収源が N' 個、非吸収的な状態（吸収源以外の状態）が L 個あるとし、link i から j への分岐の比率 p_{ij} の行列を式（8-2-2）と同様に

$$P = (p_{ij})$$

とする。

吸収源においては $p_{n'n'}$ のみが1で他はすべて0であるから、行列の要素を標準形に配置しなおすと式（8-2-11）にしたがつて

$$P = \begin{pmatrix} I & O \\ R & Q \end{pmatrix} \quad (8-3-1)$$

ここに I : 吸収源数 N' の元をもつ単位行列

O : $N' \times L$ の零行列

R : $L \times N'$ の行列

Q : $L \times L$ の行列で非吸収状態相互の分岐の比率を表わしている。

図-8-3-1の例では P はつぎの行列である。

$$P = \begin{pmatrix} I & O \\ R & Q \end{pmatrix} = \begin{array}{c|cccccccccc} \textcircled{1} & \textcircled{2} & \textcircled{3} & \textcircled{4} & \textcircled{5} & \textcircled{6} & \textcircled{7} & \textcircled{8} & \textcircled{9} & \textcircled{10} \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{2}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{4} & \frac{3}{4} & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{2}{3} & \frac{1}{3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} \textcircled{1} \\ \textcircled{2} \\ \textcircled{3} \\ \textcircled{4} \\ \textcircled{5} \\ \textcircled{6} \\ \textcircled{7} \\ \textcircled{8} \\ \textcircled{9} \\ \textcircled{10} \end{array} \quad (8-3-1')$$

このようにしてえられた Q に対して一般に式（8-2-12）の関係が成立することが知られており、上の例では基本行列 $(I - Q)^{-1}$ はつぎの行列となる。

$$(I-Q)^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1/3 & 2/3 & 0 & 0 & 4/9 & 2/9 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1/4 & 3/4 & 1/8 & 1/8 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2/3 & 1/3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1/2 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (8-3-2)$$

この基本行列の i, j 要素は § 2 にのべたように link ①を出発または通過した1人の旅客が link ①を通過する回数の期待値を表わしている。

上の例ではたとえば2行5列の要素 $1/4$ は、link ④を経た1人の旅客が link ⑦を $1/4$ 回通過することを意味している。発生源③、④からの交通量を問題とする場合は、第1行、第2行のみが意味をもっている。すなわち、発生源③からの旅客を u_3 とすれば、この旅客はつぎの交通量となつて配分される。

$$\begin{array}{ll} \textcircled{5} & 1/3 u_3 \\ \textcircled{6} & 2/3 u_3 \end{array} \quad \begin{array}{ll} \textcircled{9} & 4/9 u_3 \\ \textcircled{10} & 2/9 u_3 \end{array}$$

同様に発生源④からの旅客 u_4 を加えるとそれぞれの link の交通量はつぎのようになる。

$$\begin{array}{ll} \textcircled{5} & 1/3 u_3 \\ \textcircled{6} & 2/3 u_3 \\ \textcircled{7} & 1/4 u_4 \\ \textcircled{8} & 3/4 u_4 \end{array} \quad \begin{array}{ll} \textcircled{9} & 4/9 u_3 + 1/8 u_4 \\ \textcircled{10} & 2/9 u_3 + 1/8 u_4 \end{array}$$

この場合③、④からそれぞれ u_3, u_4 の交通量が発生し、その他からの発生量は0であるから各状態の通過交通量 x_i は次式で与えられる。

$$\begin{aligned} & \overbrace{(u_3, u_4, 0, 0, \dots, 0)}^{(1 \times 8)} (I-Q)^{-1} \overbrace{(1 \times 8)} \\ & = (x_3, x_4, x_5, \dots, x_{10}) \\ & = (u_3, u_4, x_5, \dots, x_{10}) \end{aligned} \quad (8-3-3)$$

つぎに発生源を区別することによつて基本行列の元をへらし、計算を簡易化するためには、つぎの方法がある。⁵⁾

すなわち $1', 2', 3', \dots, n', \dots, N'$ の N' 個の吸収源と、 $1, 2, 3, \dots, m, \dots, M$ の M 個の発生源およびこれらを含まない K 個の link がある場合、分岐の比率（遷移確率）の行列 P についてそのうちの発生源に関する行と列とを配置しなおすことにより、次式のように表わすことができる。

$$P = \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} \overbrace{I}^{(N' \text{ 個})} & \overbrace{O}^{(M \text{ 個})} & \overbrace{O}^{(K \text{ 個})} \\ \hline \overbrace{R_1}^{(M \text{ 個})} & \overbrace{O}^{(M \text{ 個})} & \overbrace{Q_1}^{(M \times K)} \\ \hline \overbrace{R_2}^{(M \text{ 個})} & \overbrace{O}^{(M \text{ 個})} & \overbrace{Q_2}^{(K \times K)} \end{array} \end{array} \quad \begin{array}{l} \} (N' \text{ 個}) \\ \} (M \text{ 個}) \\ \} (K \text{ 個}) \end{array} \quad (8-3-4)$$

ここに $\begin{pmatrix} O & Q_1 \\ O & Q_2 \end{pmatrix}$ は式 (8-3-1) における行列 Q を配置しなおした行列であり、 Q_1 は、各発生源から各 link に対する遷移確率行列、 Q_2 は各 link 相互間の遷移確率行列で、それぞれ $(M \times K)$ 、 $(K \times K)$ の元を有する。

この場合、 $(I - Q) = \begin{pmatrix} I & -Q_1 \\ O & I - Q_2 \end{pmatrix}$ であり、さらに

$$(I - Q)^{-1} = \begin{pmatrix} I & Q_1 (I - Q_2)^{-1} \\ O & (I - Q_2)^{-1} \end{pmatrix} \quad (8-3-5)$$

が明らかにされている⁵⁾ から、各 link $1, 2, \dots, k, \dots, K$ を通過する交通量 $(x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_K)$ は次式によつて求められる。

$$\begin{aligned} & \begin{array}{c} \overbrace{(u_1, u_2, \dots, u_m, \dots, u_M)}^{(M)} \\ \overbrace{(x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_K)}^{(K)} \end{array} \\ &= \begin{array}{c} \overbrace{(u_1, u_2, \dots, u_m, \dots, u_M)}^{(M \text{ 個})} \\ \overbrace{(0, 0, \dots, 0)}^{(K \text{ 個})} \end{array} \begin{array}{c} \overbrace{\begin{pmatrix} I & Q_1 (I - Q_2)^{-1} \\ \vdots & \vdots \\ O & (I - Q_2)^{-1} \end{pmatrix}}^{(M \text{ 個}) \quad (K \text{ 個})} \end{array} \quad \begin{array}{l} \} (M \text{ 個}) \\ \} (K \text{ 個}) \end{array} \quad (8-3-6) \end{aligned}$$

この場合、 $(M+K)$ 元の発生量行ベクトルの要素はあとの K 個が 0 であるから

$$\overbrace{(x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_K)}^{(1 \times K)} = \overbrace{(u_1, u_2, \dots, u_m, \dots, u_M)}^{(1 \times M)} \overbrace{Q_1}^{(M \times K)} \overbrace{(I - Q_2)^{-1}}^{(K \times K)}$$

すなわち

$$X = u \quad Q_1 \quad \overbrace{(I - Q_2)^{-1}}^{(K \times K)} \quad (8-3-7)$$

さらに各吸収源 $1', 2', \dots, n', \dots, N'$ における吸収量

$$(v_1, v_2, \dots, v_{n'}, \dots, v_{N'}) = v$$

は次式によつて求められる。

$$v = X R_2 = u \quad Q_1 \quad \overbrace{(I - Q_2)^{-1}}^{(K \times K)} \quad R_2 \quad (8-3-8)$$

式 (8-3-7) および (8-3-8) のように非吸収状態のうち発生状態 M 個を区別して取扱うことにより、式 (8-3-7) のように $(L \times L)$ の行列式の元の数を減ずることができたのである。

つぎに source m で発生し、sink n' に吸収される OD 交通量 ${}^m X_0^{n'}$ はつぎのように求めうる事が知られている。⁵⁾

いま m で発生し、 n' に吸収される確率 $\frac{{}^m X_0^{n'}}{u_m}$ を ${}^m p_0^{n'}$ とおけば、OD 交通量の確率行列

$$P_0 = ({}^m p_0^{n'}) \quad (8-3-9)$$

は次式によつて求められる。

$$\overbrace{(I - Q)^{-1}}^{(L \times L)} \quad \overbrace{u}^{(L \times N')} = \left\{ \begin{array}{c} P_0 \\ P'_0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} (M) \\ (K) \end{array} \quad (8-3-10)$$

8-12

式 (8-3-4) の部分行列によれば

$$P_0 = R_1 + Q_1 (I - Q_2)^{-1} R_2 \quad (8-3-11)$$

m で発生し、 n' に吸収される交通量 ${}^m X_0^{n'}$ は、式 (8-3-10) または式 (8-3-11) で求められる P_0 を用いて次式で求められる。

$$\begin{pmatrix} u_1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & u_2 & 0 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & u_3 & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & u_m & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & \cdots & u_M \end{pmatrix} \cdot P_0 = ({}^m X_0^{n'}) \quad (8-3-12)$$

以上のべた式を図 8-3-1 の場合に適用すると X および ψ はつぎのようにして求められる。

式 (8-3-1') から

$$Q_1 = \begin{pmatrix} 1/3 & 2/3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/4 & 3/4 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$Q_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2/3 & 1/3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/2 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$R_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

であるから

$$(I - Q_2) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -\frac{2}{3} & -\frac{1}{3} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

この逆行列は次式となる。

$$(I - Q_2)^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \frac{2}{3} & \frac{1}{3} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

したがって式(8-3-7)および式(8-3-8)により

$$\begin{aligned} X &= (u_3, u_4) \begin{pmatrix} \frac{1}{3} & \frac{2}{3} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{4} & \frac{3}{4} & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \frac{2}{3} & \frac{1}{3} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \\ &= \left(\frac{u_3}{3}, \frac{2u_3}{3}, \frac{u_4}{4}, \frac{3u_4}{4}, \frac{4}{9}u_3 + \frac{u_4}{8}, \frac{2}{9}u_3 + \frac{u_4}{8} \right) \quad (8-3-7') \end{aligned}$$

$$v = \left(\frac{u_3}{3}, \frac{2}{3}u_3, \frac{u_4}{4}, \frac{3u_4}{4}, \frac{4}{9}u_3 + \frac{u_4}{8}, \frac{2}{9}u_3 + \frac{u_4}{8} \right) \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

8-14

$$= \left(\frac{7}{9}u_3 + \frac{u_4}{8}, \frac{2}{9}u_3 + \frac{7}{8}u_4 \right) \quad \text{-----} (8-3-8')$$

さらに P_0 および ${}^mX_0^{n'}$ を求めると、まず式 (8-3-10) および式 (8-3-1'), (8-3-2') から

$$\begin{pmatrix} P_0 \\ \dots \\ P'_0 \end{pmatrix} = (I - Q)^{-1} R = \begin{pmatrix} \frac{1}{3} + \frac{4}{9}, & \frac{2}{9} \\ \frac{1}{8}, & \frac{3}{4} + \frac{1}{8} \\ \dots & \dots \\ & P'_0 \end{pmatrix}$$

$$\therefore P_0 = \begin{pmatrix} \frac{7}{9}, & \frac{2}{9} \\ \frac{1}{8}, & \frac{7}{8} \end{pmatrix}$$

OD交通量は

$$({}^mX_0^{n'}) = \begin{pmatrix} u_3 & 0 \\ 0 & u_4 \end{pmatrix} \cdot P_0 = \begin{pmatrix} \frac{7}{9}u_3, & \frac{2}{9}u_3 \\ \frac{1}{8}u_4, & \frac{7}{8}u_4 \end{pmatrix}$$

によつて求められる。

§ 4 土地利用計画にもとづく路線別通勤交通需要

前節 § 3 においてのべた解析法によれば、将来における近郊地域の発生交通量が変化する場合でも、逆行列 $(I - Q_2)^{-1}$ さえ計算されておれば、たとえば式 (8-3-7), (8-3-8) に $u_1, u_2, \dots, u_m, \dots, u_M$ の値を代入することによつてただちに配分交通量が求められる。

しかしこの場合、各 node における分岐の比率は一定とされているが、現実の問題としては各 source における発生交通量とともに各 sink における吸収交通量が変化すれば、一般に各 node における分岐の比率も変化すると考えるのが妥当といえる。

しかし式 (8-3-7), (8-3-8) によつて明らかなように、 X, u は u と

P によつて与えられるが、 u と v を与えた場合には、この関係を満足する分岐の比率の行列（遷移確率行列） P は多数存在するため、一義的に求めることができず、したがつて配分交通量 X を求めえない。

将来の通勤配分交通量の予測が必要となるのは、将来の発生交通量 u^* 、吸収交通量 v^* が別個の推定によつて与えられ、その場合の各路線の区間別交通量の予測を必要とする例が多いので、本節では、§3にのべた理論をこの場合に応用できるように展開を試みる。

まず§3の場合においては、それぞれのnodeにおけるすべての分岐の比率を一定としているが、同一のODをもつ交通量についてのみ分岐の比率を一定と仮定する。つまり同じODをもつ通勤者が利用経路を選ぶ比率は、そのOD交通量に変化しても一定に保たれるとするのであるから、この仮定は実状に即したものと見える。

この場合、それぞれのOD交通量 ${}^mX_0^{n'}$ は式(8-3-10)または(8-3-11)と(8-3-12)によつて求められる。しかしODの確率行列 P_0 を必要としないときは、式(8-3-8)によつて ${}^mX_0^{n'}$ を直接求めることもできる。

すなわち、

$$v = u Q_1 (I - Q_2)^{-1} R_2$$

においてベクトル u のうち u_m 以外の要素を0とおいてえられる v は

$$({}^mX_0^{1'}, {}^mX_0^{2'}, \dots, {}^mX_0^{n'}, \dots, {}^mX_0^{N'})$$

であり、この ${}^mX_0^{n'}$ によつてまず現在OD表がえられる。すなわち

$$\begin{aligned} & \overbrace{(u_m, 0, 0, \dots, 0)}^{(1 \times M)} \overbrace{Q_1}^{(M \times K)} \overbrace{(I - Q_2)^{-1}}^{(K \times K)} \overbrace{R_2}^{(K \times N')} \\ &= ({}^mX_0^{1'}, {}^mX_0^{2'}, \dots, {}^mX_0^{n'}, \dots, {}^mX_0^{N'}) \end{aligned} \quad (8-4-1)$$

を第 m 行とする $(M \times N)$ 元の行列 $[{}^mX^{n'}]$ を作ればよい。

つぎに与えられた将来の u^* 、 v^* が、それぞれのsource, sinkの発

生・吸収交通量の合計であるから、表8-4-1の現在OD表〔 ${}^mX_0^{n'}$ 〕にもとづいて表8-4-2の将来OD表〔 ${}^mX_{0*}^{n'}$ 〕のゾーン相互間交通量 ${}^mX_{0*}^{n'}$ を予測する問題となり、第6章§4にのべた収束計算法のうちのいずれかをそのまま適用することによつて求められる。

表 8-4-1 現在OD表のモデル

| source \ sink | | | | | | | 計 |
|---------------|----------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|--------------|
| | 1' | 2' | ..... | n' | ..... | N' | |
| 1 | ${}^1X_0^{1'}$ | ${}^1X_0^{2'}$ | ..... | ${}^1X_0^{n'}$ | ..... | ${}^1X_0^{N'}$ | u_1 |
| 2 | ${}^2X_0^{1'}$ | ${}^2X_0^{2'}$ | ..... | ${}^2X_0^{n'}$ | ..... | ${}^2X_0^{N'}$ | u_2 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ | ⋮ |
| m | ${}^mX_0^{1'}$ | ${}^mX_0^{2'}$ | ..... | ${}^mX_0^{n'}$ | ..... | ${}^mX_0^{N'}$ | u_m |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ | ⋮ |
| M | ${}^MX_0^{1'}$ | ${}^MX_0^{2'}$ | ..... | ${}^MX_0^{n'}$ | ..... | ${}^MX_0^{N'}$ | u_M |
| 計 | $v_{1'}$ | $v_{2'}$ | ..... | $v_{n'}$ | ..... | $v_{N'}$ | $\sum X_0^*$ |

表 8-4-2 将来OD表のモデル

| source \ sink | | | | | | 計 |
|---------------|-----------------------|------------|-------|------------|-------|-----------------|
| | 1' | 2' | ..... | n' | ..... | N' |
| 1 | ${}^mX_{0*}^{n'} = ?$ | | | | | u_1^* |
| 2 | | | | | | u_2^* |
| ⋮ | | | | | | ⋮ |
| m | | | | | | u_m^* |
| ⋮ | | | | | | ⋮ |
| M | | | | | | u_M^* |
| 計 | $v_{1'}^*$ | $v_{2'}^*$ | ..... | $v_{n'}^*$ | ..... | $v_{N'}^*$ |
| | | | | | | $\sum X_{0*}^*$ |

これによつて

$$\frac{{}^mX_{0*}^{n'}}{{}^mX_0^{n'}} = \alpha^{n'} \quad (8-4-2)$$

を求めることができる。

つぎに式(8-3-7)による各linkの交通量 X のうち、それぞれのOD交通量 ${}^mX_0^{n'}$ の占める部分交通量 ${}^mX^{n'} = {}^mX_1^{n'}, {}^mX_2^{n'}, \dots, {}^mX_k^{n'}, \dots, {}^mX_K^{n'}$ を求める必要がある。たとえば図8-3-1のようにsource, sinkとも2個であるモデルにおいては、図8-4-1に示すようにlink i の交通量合計 X_i はそれぞれのODによつて4個の部分交通量

$${}^mX_i^{n'} \quad \text{ここに} \quad \begin{matrix} m=1, 2 \\ n'=1', 2' \end{matrix}$$

にわけられる。

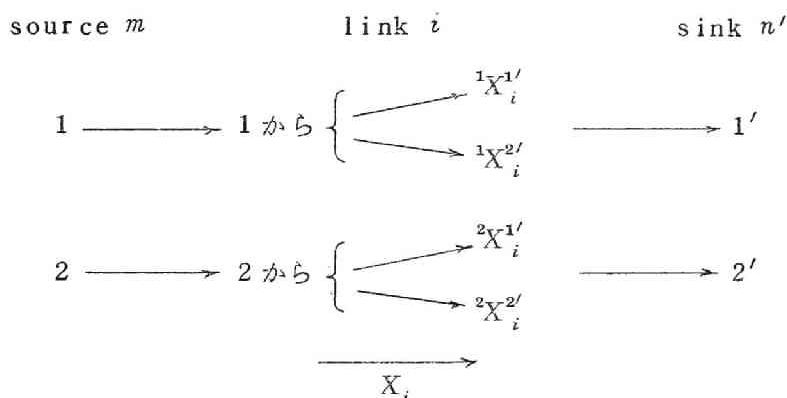


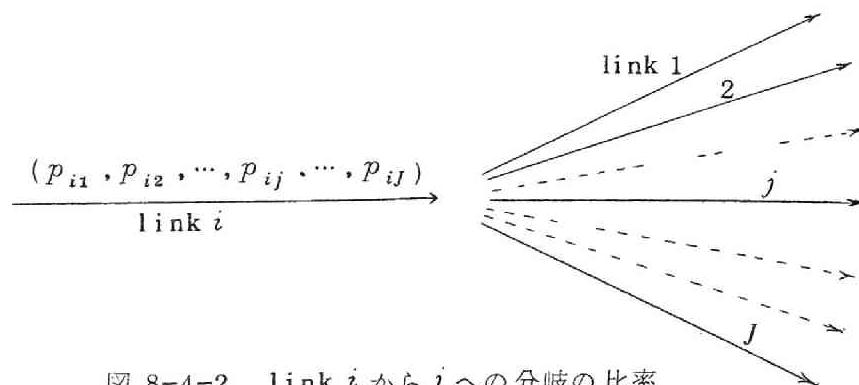
図 8-4-1 X_i の部分交通量 ${}^mX_i^{n'}$

一般には X_i は $(M \times N')$ 個の部分交通量にわけられ

$$\sum_{m=1}^M \sum_{n'=1'}^{N'} {}^mX_i^{n'} = X_i \quad (8-4-3)$$

が成立する。

ところでlink i からの交通量が図8-4-2に示すように $1, 2, \dots, j, J$ のlinkに分岐するものとし、 i から j への分岐の比率 p_{ij} および ${}^mX_{ij}^{n'}$ ($j=1, 2, \dots, j, \dots, J$) がすべて得られているとき、同一のODに関してlink i の配分交通量 ${}^mX_i^{n'}$ は次式により求められる。

図 8-4-2 link i から j への分岐の比率

$$\begin{aligned}
 {}^mX_i^{n'} &= X_i p_{i1} \frac{{}^mX_1^{n'}}{X_1} + X_i p_{i2} \frac{{}^mX_2^{n'}}{X_2} + \cdots \\
 &\quad + X_i p_{ij} \frac{{}^mX_j^{n'}}{X_j} + \cdots + X_i p_{iJ} \frac{{}^mX_J^{n'}}{X_J} \\
 &= X_i \sum_{j=1}^J p_{ij} \frac{{}^mX_j^{n'}}{X_j}
 \end{aligned} \tag{8-4-4}$$

sink n' に直接流入する link i においては、sink n' を式 (8-4-4) における link j とみなせば $J=1$, $p_{ij}=1$ であるから

$${}^mX_i^{n'} = X_i \frac{{}^mX_j^{n'}}{X_j} = X_i \frac{{}^mX_0^{n'}}{v_{n'}} \tag{8-4-5}$$

となり、それぞれ式 (8-3-12) または (8-4-1)、および式 (8-3-8) でえられる ${}^mX_0^{n'}$, $v_{n'}$ により ${}^mX_i^{n'}$ を求めることができる。したがってこの ${}^mX_i^{n'}$ を ${}^mX_j^{n'}$ とおきかえ、式 (8-4-4) によつて各 link の OD 部分交通量を順次計算することができる。

かくしてえられた ${}^mX^{n'}$ は表 8-4-3 のように、 $(M \times N') \times K$ の元をもつ行列として表わすことができる。

別の方法としてつぎのように ${}^mX_i^{n'}$ を求めることも可能である。すなわちまず基本行列 $(I-Q)^{-1}$ の第 m 行 i 列の要素 E_{mi} は、source m を出た 1 人の旅客が link i を通る回数の期待値である。つぎに sink n' に直接流入する link が $1, 2, \dots, j, \dots, J$ であるとすれば、link i を出た 1 人の旅客が sink n' に入る回数の期待値は $\sum_{j=1}^J E_{ij}$ であり、したがって

表 8-4-3 $mX^{n'}$ - 表のモデル

| 発生 | 吸収 | 1 | 2 | ..... | k | ..... | K |
|----|----|--------------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|
| 1 | 1' | $^1X_1^{1'}$ | $^1X_2^{1'}$ | ..... | $^1X_k^{1'}$ | ..... | $^1X_K^{1'}$ |
| | 2' | $^1X_1^{2'}$ | $^1X_2^{2'}$ | ..... | $^1X_k^{2'}$ | ..... | $^1X_K^{2'}$ |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| | n' | $^1X_1^{n'}$ | $^1X_2^{n'}$ | ..... | $^1X_k^{n'}$ | ..... | $^1X_K^{n'}$ |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| | N' | $^1X_1^{N'}$ | $^1X_2^{N'}$ | ..... | $^1X_k^{N'}$ | ..... | $^1X_K^{N'}$ |
| 2 | 1' | $^2X_1^{1'}$ | $^2X_2^{1'}$ | ..... | $^2X_k^{1'}$ | ..... | $^2X_K^{1'}$ |
| | 2' | $^2X_1^{2'}$ | $^2X_2^{2'}$ | ..... | $^2X_k^{2'}$ | ..... | $^2X_K^{2'}$ |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| | n' | $^2X_1^{n'}$ | $^2X_2^{n'}$ | ..... | $^2X_k^{n'}$ | ..... | $^2X_K^{n'}$ |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| | N' | $^2X_1^{N'}$ | $^2X_2^{N'}$ | ..... | $^2X_k^{N'}$ | ..... | $^2X_K^{N'}$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| m | 1' | $^mX_1^{1'}$ | $^mX_2^{1'}$ | ..... | $^mX_k^{1'}$ | ..... | $^mX_K^{1'}$ |
| | 2' | $^mX_1^{2'}$ | $^mX_2^{2'}$ | ..... | $^mX_k^{2'}$ | ..... | $^mX_K^{2'}$ |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| | n' | $^mX_1^{n'}$ | $^mX_2^{n'}$ | ..... | $^mX_k^{n'}$ | ..... | $^mX_K^{n'}$ |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| | N' | $^mX_1^{N'}$ | $^mX_2^{N'}$ | ..... | $^mX_k^{N'}$ | ..... | $^mX_K^{N'}$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| M | 1' | $^MX_1^{1'}$ | $^MX_2^{1'}$ | ..... | $^MX_k^{1'}$ | ..... | $^MX_K^{1'}$ |
| | 2' | $^MX_1^{2'}$ | $^MX_2^{2'}$ | ..... | $^MX_k^{2'}$ | ..... | $^MX_K^{2'}$ |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| | n' | $^MX_1^{n'}$ | $^MX_2^{n'}$ | ..... | $^MX_k^{n'}$ | ..... | $^MX_K^{n'}$ |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| | N' | $^MX_1^{N'}$ | $^MX_2^{N'}$ | ..... | $^MX_k^{N'}$ | ..... | $^MX_K^{N'}$ |
| 計 | | X_1 | X_2 | ..... | X_k | ..... | X_K |

$${}^m X_i^{n'} = u_m E_{mi} \sum_{j=1}^J E_{ij} \quad (8-4-6)$$

によつて求めることもできる。

以上によつて link i の上の OD による部分交通量 ${}^m X_i^{n'}$ が求められたので、これを利用して、さきにのべたように、同一の OD をもつ交通量についてのみ分岐の比率を一定と仮定すると、link i の将来の交通量 X_i^* のうち、それぞれの OD 交通量 ${}^m X_{0*}^{n'}$ の占める部分交通量 ${}^m X_{i*}^{n'}$ は次式によつて求められる。

$${}^m X_{i*}^{n'} = {}^m \alpha^{n'} {}^m X_i^{n'} \quad (8-4-7)$$

したがつて

$$X_i^* = \sum_{m=1}^M \sum_{n'=1}^{N'} {}^m X_{i*}^{n'} \quad (8-4-8)$$

となり、 X^* は次式によつて与えられる。

$$\begin{aligned} X^* &= \overbrace{(X_1^*, X_2^*, \dots, X_k^*, \dots, X_K^*)}^{(1 \times K)} \\ &= \underbrace{\overbrace{(\underbrace{{}^1 \alpha^{1'}, {}^1 \alpha^{2'}, \dots, {}^1 \alpha^{N'}}_{N'}, \underbrace{{}^2 \alpha^{1'}, {}^2 \alpha^{2'}, \dots, {}^2 \alpha^{N'}}_{N'}, \dots, \underbrace{{}^M \alpha^{1'}, {}^M \alpha^{2'}, \dots, {}^M \alpha^{N'}}_{N'})}_{M \text{組}}}_{1 \times (M \times N')} \overbrace{)}^{(M \times N') \times K} \widehat{{}^m X^{n'}} \quad (8-4-9) \end{aligned}$$

なおこの場合、分岐の比率（遷移確率） p_{ij} は当然変化して p_{ij}^* となり、この値は次式によつて求められる。

$$p_{ij}^* = \frac{\sum_m \sum_{n'} {}^m \alpha^{n'} {}^m X_{ij}^{n'}}{\sum_m \sum_{n'} {}^m \alpha^{n'} {}^m X_{i.}^{n'}} \quad (8-4-10)$$

$$\text{ここに } {}^m X_{i.}^{n'} = \sum_j {}^m X_{ij}^{n'}$$

§ 5 路線別通勤交通需要の図上計算法

バス路線、高速鉄道路線、路面電車路線などからなる大都市の交通網を流

れる通勤交通流は、すでに第2章§3にのべたように一方向のみを考慮すればよい。したがって必ずしも§3、§4にのべた吸収マルコフ連鎖の理論を応用する方法論によらなくても、各近郊地域からの発生交通量を分岐の比率にしたがって図上計算で順次にlinkに配分してゆくことにより、通常容易に各路線の通過交通量を算出することができる。

この図上計算の手順を以下に示す。

- (1) 各link上に X_{ij} 、および ${}^mX_{ij}^{n'}$ を記入するための余白を設けて、与えられた交通路線網の略図を描く。

- (2) それぞれのlink, source, sinkに番号を付ける。

この図上計算用紙をsource数と同じ枚数だけ準備し、その第1枚目にsource 1からの発生交通量 u_1 の配分計算をつぎのようにしておこなう。

- (3) u_1 の最初のnodeにおける分岐の比率にしたがってそのnodeから分岐する各linkに u_1 を配分する。
- (4) 同様にsinkに近いnodeに向い、それぞれの分岐の比率にしたがって順次配分計算を進める。この場合、2つ以上のlinkからの交通流が合流するnodeにおいては各linkからの合計の交通量に対して分岐の比率を適用する。
- (5) この計算をすべてのsinkに至るまで遂行することによりsource 1の発生交通量に関する各link上の交通量合計 ${}^1X_i^*$ およびsource 1を起点とするOD交通量 ${}^1X_0^{n'}$ が求められる。

将来の発生交通量 u_m^* および吸収交通量 $v_{n'}^*$ が与えられた場合、将来の路線別交通量 X_i^* を予測するためには、§4と同様にまず ${}^mX_i^{n'}$ を求める必要がある。このためにはつぎの計算手順が必要である。

- (6) まずsink n' の一手前のlink i についてsink n' をlink j とみなし、式(8-4-4)によつて ${}^1X_i^{n'}$ を計算する。こうしてえられた ${}^1X_i^{n'}$ について当然

$$\sum_{n'} {}^1X_i^{n'} = {}^1X_i^*$$

が成立する。

- (7) こうして ${}^1X_i^{n'}$ がえられたlinkを j とし、source側に一つさかのぼつ

た link を i とし、同様に式 (8-4-4) によつて ${}^1X_i^{n'}$ を計算する。

この計算を各 link について順次進めてすべての link における ${}^1X_i^{n'}$ を求める。

以上によつて source 1 に関して第 1 枚目の図上計算を終り、さきに準備した第 2 枚目の計算用紙上に、source 2 の発生交通量について、(3)~(7)にのべた同様の計算を行なう。この計算を順次進め、すべての source について計算を完了することにより

$${}^mX_i^{n'}, {}^mX_0^{n'} \text{ および } {}^mX_i^{n'}$$

が得られる。

こうして求めた現在 OD 表の各要素 ${}^mX_0^{n'}$ および与えられた u_m^*, v_n^* により、将来 OD 表の要素 ${}^mX_{0*}^{n'}$ を別個の検討によつて知ることができれば、式 (8-4-2)、すなわち

$${}^m\alpha^{n'} = \frac{{}^mX_{0*}^{n'}}{{}^mX_0^{n'}}$$

を計算し、式 (8-4-8) によつて各 link 上の将来交通量 X_i^* を求めることができる。

以上の計算手順は各 source の発生交通量 u と同時に各 sink の吸収交通量 v も与えて X を予測しようとする場合、§ 4 にのべたように X の OD 部分交通量 ${}^mX^{n'}$ をも図上計算によつて求めるため最初から各 source についてそれぞれ別個に図上計算を進めたものである。しかし § 3 にのべたように分岐の比率を一定と仮定する計算のみでよい場合には、ここにのべた手順 (5) に引続いて同じ図上に source 2 から u_2^* が発生する場合の X_i^*, v_n^* を追加して記入してゆくか、あるいは最初から u^* を同時に与えて発生源に近い link から順次配分計算を進めるのが有利であり、この場合には手順 (6) 以下の計算は不必要となる。

なお本節にのべた計算法を適用して電子計算機により演算を行なうことは通常容易であり、交通路線網の node, link, source, sink 数が増すにつれてその有利性は著るしくなる。

本節にのべた図上計算法と § 3, § 4 にのべたマルコフ過程の理論を応用する計算法を比較すると、それぞれつぎのような利害得失がある。

マルコフ連鎖の理論を応用する § 3 にのべた解析法は、道路網のように循環する経路がある場合でも式 (8-3-7, 8) によつて X, ψ が一義的に求められるという利点がある。また発生交通量が種々に変化する場合でも、たとえば式 (8-3-7', 8') のようにそれに対応する X, ψ を容易に求めることができる。反面、node 数したがつて link 数が多くなるほど逆行列を含む行列式の計算のために大容量の電子計算機の利用が必須となる。また将来の発生交通量とともに吸収交通量も与えられる場合のように分岐の比率（遷移確率）一定という仮定を前提としない場合には、理論的な取扱いが困難であり、たとえば § 4 のように式 (8-4-1) により OD 交通量 ${}^mX_i^{n'}$ 、式 (8-4-4) により、各 link 上の OD 部分交通量 ${}^mX_i^{n'}$ をそれぞれ計算する必要がある。

これに比して、ここにのべた作図法には、つぎの特徴を指摘することができる。

- (1) 通勤のための交通流のように一方向性でしかも循環する経路がない場合、行列式の乗算、逆行列などを一切必要としない単純な配分計算のみによつて所期の配分交通量が求められる。
- (2) またたとえば中間駅のように link の中間に多数の発生源、吸収源を設ける場合でも、全く同様な配分計算によることができる。
- (3) 各 link における OD 部分交通量 ${}^mX_i^{n'}$ を計算することにより、 ψ^* と同時に ψ^* が与えられた場合の配分交通量 X_i^* を予測することができる。

以上を要するに通勤輸送のように交通流が一方向性であつて、その交通路線網が、たとえば高速鉄道の場合のようにとくに複雑でない場合には、本節にのべた図上計算法の方が通常容易に所期の配分交通量がえられることがわかる。また本節にのべた計算法を適用することにより、交通路線網の node, link, source, sink 数が多い場合でも交通流が一方向性という前提においては、マルコフ連鎖の理論を応用する解析法と比較して単純なプログラミングによる電子計算機の演算が可能であるといえる。

§ 6 大都市における適用例

以上 § 4 , § 5 にのべた通勤配分交通量の予測の方法を、東京西郊の西武新宿線、地下鉄荻窪線、国鉄中央緩行線、同快速線、小田急線の 6 つの路線から都心各駅に流入する交通量について適用する。まず都心各駅を結ぶ鉄道路線網に、付図 8-6-1 に示す link 番号を付け、通勤経路の実績値にもとづいて各 node における分岐の比率を付図 8-6-2 に示す。この図においてたとえば中央緩行線により新宿駅に流入する旅客は、そのうち 20 % が地下鉄丸の内線へ、15 % が中央快速線、5 % が山手内廻り線へそれぞれ乗換え、残りの 60 % が緩行線のまま新宿駅を通りすぎることを示している。

〔1〕 分岐の比率一定の場合の路線別輸送需要の予測

付図 8-6-2 の鉄道路線網の各 link 相互間の遷移確率行列 P およびこの行列 P を構成する Q_1 , R_2 の行列は付表 8-6-1 となる。また Q_2 によつて求められる $(I - Q_2)^{-1}$ は付表 8-6-2 となり、これを用いて各 link 上の配分交通量 $(x_1, x_2, \dots, x_{20})$ は式 (8-3-7) によつて求められる。すなわち

$$X = u Q_1 (I - Q_2)^{-1}$$

付図 8-6-1 に示す東京西郊の 6 つの路線の発生交通量を u_1, u_2, \dots, u_6 とし付表 8-6-1, 2 によつて計算すると、link 1, 2, ..., 20 の配分交通量は次式によつて求められる。

$$\begin{aligned} X_1 &= 0.59u_1 \\ X_2 &= 0.41u_1 \\ X_3 &= 0.59u_1 + 1.0u_2 + 0.2u_3 + 0.1u_4 + 0.45u_5 + 0.44u_6 \\ X_4 &= 0 + 0 + 0.2u_3 + 0.1u_4 + 0.45u_5 + 0.44u_6 \\ X_5 &= 0.0902u_1 + 0 + 0.6u_3 + 0.05u_4 + 0.2u_5 + 0.22u_6 \\ &\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \end{aligned}$$

すなわち式 (8-6-1) となる。

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|
| $X=u$ | 0.590 | 0.410 | 0.590 | | 0.090 | 0.205 | 0.115 | 0 | 0.509 | 0.316 |
| | | | 1.0 | | | | | | 0.70 | 0.434 |
| | | | 0.20 | 0.20 | 0.60 | 0.150 | 0.050 | | 0.478 | 0.296 |
| | | | 0.10 | 0.10 | 0.050 | 0.80 | 0.050 | | 0.295 | 0.183 |
| | | | 0.450 | 0.450 | 0.20 | 0.30 | 0.050 | | 0.490 | 0.304 |
| | | | 0.440 | 0.440 | 0.220 | 0.330 | 0.01 | | 0.500 | 0.310 |

| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.194 | 0.066 | 0.310 | 0 | 0.158 | 0.003 | 0.158 | 0.243 | 0.037 | 0.126 |
| 0.266 | 0.05 | 0.25 | | 0.217 | 0.003 | 0.127 | 0.195 | 0.029 | 0.173 |
| 0.181 | 0.250 | 0.223 | | 0.148 | 0.013 | 0.166 | 0.256 | 0.038 | 0.118 |
| 0.112 | 0.025 | 0.630 | | 0.091 | 0.001 | 0.293 | 0.451 | 0.068 | 0.073 |
| 0.186 | 0.103 | 0.358 | | 0.152 | 0.005 | 0.189 | 0.291 | 0.044 | 0.121 |
| 0.190 | 0.110 | 0.380 | | 0.155 | 0.005 | 0.201 | 0.310 | 0.046 | 0.124 |

(8-6-1)

いま環状線に流入する各路線断面につき、昭和 37 年におけるラッシュ 1 時間の上り通過交通量の実績値⁶⁾をとり、

$$\begin{aligned}
 u_1 &= 30,200 & u_4 &= 119,310 \\
 u_2 &= 22,930 & u_5 &= 29,020 \\
 u_3 &= 46,680 & u_6 &= 35,560
 \end{aligned}$$

として計算すると各 link 交通量 X_i はつぎのように求められる。

$$\begin{aligned}
 X_1 &= 17,813 & X_7 &= 13,573 \\
 X_2 &= 12,382 & X_8 &= 0 \\
 X_3 &= 90,720 & X_9 &= 120,937 \\
 X_4 &= 49,972 & X_{10} &= 74,981 \\
 X_5 &= 50,325 & X_{11} &= 45,956 \\
 X_6 &= 129,082 & X_{12} &= 24,666
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{ll}
 X_{13}=124,524 & X_{17}=63,071 \\
 X_{14}=0 & X_{18}=97,033 \\
 X_{15}=37,490 & X_{19}=14,555 \\
 X_{16}=1,233 & X_{20}=29,871
 \end{array}$$

つぎに各都心駅における吸収交通量 (v'_1, v'_2, \dots, v'_8) は式 (8-3-8) すなわち

$$v = X R_2 = u Q_1 (I - Q_2)^{-1} R_2$$

となり、付表8-6-1および付表8-6-2によりつぎのように求められる。
さきと同様に昭和37年度の実績値

$$u = (30,200, 22,900, 46,600, 119,310, 29,020, 35,560)$$

を式 (8-6-2) に代入すると v'_1, v'_2, \dots, v'_8 はつぎのように求められる。

$$\begin{array}{ll}
 v'_1 = 19,852 & v'_5 = 101,795 \\
 v'_2 = 31,071 & v'_6 = 37,490 \\
 v'_3 = 19,407 & v'_7 = 13,787 \\
 v'_4 = 44,426 & v'_8 = 15,871
 \end{array}$$

$$v = u \cdot \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \end{array} \\ \left(\begin{array}{cccccccc} 0.051 & 0.079 & 0.049 & 0.163 & 0.319 & 0.158 & 0.065 & 0.125 \\ 0.040 & 0.063 & 0.039 & 0.202 & 0.347 & 0.217 & 0.089 & 0.013 \\ 0.097 & 0.108 & 0.051 & 0.156 & 0.327 & 0.148 & 0.060 & 0.059 \\ 0.071 & 0.132 & 0.090 & 0.141 & 0.385 & 0.092 & 0.037 & 0.056 \\ 0.067 & 0.098 & 0.058 & 0.165 & 0.346 & 0.152 & 0.062 & 0.059 \\ 0.071 & 0.104 & 0.062 & 0.170 & 0.361 & 0.155 & 0.063 & 0.020 \end{array} \right) \end{array}$$

(8-6-2)

分岐の比率が変化しないと仮定する場合には、式 (8-6-1) および式 (8-6-2) の u に将来の発生交通量 u^* を代入することにより各 link 上の将

来の配分交通量 X^* および各 sink の吸収交通量 ψ^* を予測することができる。

〔2〕 土地利用計画にもとづく路線別輸送需要の予測

同様に付図8-6-1、8-6-2に示す交通網について § 4 にのべたように u^* とともに ψ^* も与えられた場合、将来の各 link の配分交通量を予測する計算手順はつぎのようになる。

(1) 現在OD表 (${}^mX_0^{n'}$) の作成

式(8-4-1)によつて ${}^mX_0^{n'}$ を求める。すなわち式(8-6-2)において

$$u = (u_m, 0, 0, \dots, 0)$$

を代入すれば (${}^mX_0^{1'}$, ${}^mX_0^{2'}$, ..., ${}^mX_0^{8'}$) がえられ、その結果を表8-6-1に示す。

(2) 将来の発生・吸収交通量 u_m^* , $v_{n'}^*$ の決定

土地利用計画その他の別途の調査により、 u_m^* , $v_{n'}^*$ を予測する。

付図8-6-1の交通網の場合、ゾーン別就業人口および夜間人口に関する東京都の長期計画資料にもとづいて昭和45年度のゾーン別発生、吸収交通量をまず予測した。これを各ゾーンの今後の増加率の相違を考慮して交通発生地域においては路線別、交通吸収地域においては駅別に配分して u^* , ψ^* を決定し、表8-6-1に付記した。

(3) 将来OD表作成のための収束計算

表8-6-1にもとづき将来OD表の各要素 ${}^mX_0^{n'}$ を求めるため、式(6-4-6)による $\Delta {}^mX_{0*}^{n'}$ の第5次近似値を計算し、付表8-6-3を得た。これから ${}^mX_{0*}^{n'}$ の近似値を計算すると付表8-6-4となる。

(4) 各OD交通量の伸び率 ${}^m\alpha^{n'}$

式(8-4-2)によつて ${}^m\alpha^{n'}$ を計算し、付表8-6-5がえられる。

(5) 各linkのOD部分交通量 ${}^mX_i^{n'}$

式(8-4-4)によつて、吸収源に近いlinkから順次 ${}^mX_i^{n'}$ を計算し、付表8-6-6を作成する。

表 8-6-1 現 在 O D 表

8-28

| 吸収 発生 | 総武線 方面へ 1 | 水戸線 2 | 田舎 3 | 東 京 4 | 銀 座 5 | 有 楽 町 6 | 新 橋 7 | 品川 渋谷間へ 8 | 計 | 昭 45 | 昭 45 昭 37 | △ |
|--------------|-----------------|----------|---------|----------|----------|------------|----------|-----------------|---------|---------|--------------|--------|
| 西武新宿線 | 1,531 | 2,369 | 1,473 | 8,692 | 4,903 | 5,722 | 1,754 | 3,759 | 30,203 | 44,200 | 1,463 | 13,997 |
| 地下鉄 有 限 | 917 | 1,434 | 894 | 6,944 | 4,635 | 5,971 | 1,830 | 305 | 22,930 | 27,100 | 1,182 | 4,170 |
| 中央緩行線 | 4,541 | 4,993 | 2,388 | 13,873 | 7,297 | 8,292 | 2,541 | 2,758 | 46,683 | 58,200 | 1,247 | 11,517 |
| 中央快速線 | 8,412 | 15,779 | 10,762 | 43,854 | 16,765 | 13,093 | 4,013 | 6,635 | 119,313 | 166,500 | 1,396 | 47,187 |
| 京 王 線 | 1,931 | 2,819 | 1,691 | 9,170 | 4,781 | 5,290 | 1,621 | 1,720 | 29,023 | 36,000 | 1,240 | 6,977 |
| 小田急線 | 2,523 | 3,677 | 2,202 | 11,767 | 6,048 | 6,620 | 2,029 | 694 | 35,560 | 44,200 | 1,243 | 8,640 |
| 計 | 19,855 | 31,071 | 19,410 | 94,300 | 44,429 | 44,988 | 13,788 | 15,871 | 283,712 | | | |
| 昭 45 | 22,110 | 41,660 | 26,220 | 125,300 | 60,040 | 60,780 | 18,480 | 21,610 | | 376,200 | | |
| 昭 45 昭 37 | 1,114 | 1,341 | 1,351 | 1,351 | 1,310 | 1,351 | 1,340 | 1,362 | | | 1,326 | |
| △ | 2,255 | 10,589 | 6,810 | 31,000 | 15,611 | 15,792 | 4,692 | 5,739 | | | | 92,488 |

(6) 各 link の将来交通量 X^*

式(8-4-7, 8)にしたがい、付表8-4-6のそれぞれのOD部分交通量に付表8-4-5に示す ${}^m\alpha^{n'}$ を乗じて合計し、 $X_1^*, X_2^*, \dots, X_{20}^*$ が付表8-6-7のように求められる。

すなわち求める予測値 X_i^* はつぎのようになる。

| | |
|---------------------|----------------------|
| $X_1^* = 26,372$ | $X_{11}^* = 61,502$ |
| $X_2^* = 18,090$ | $X_{12}^* = 30,296$ |
| $X_3^* = 118,068$ | $X_{13}^* = 166,139$ |
| $X_4^* = 64,512$ | $X_{14}^* = 0$ |
| $X_5^* = 62,711$ | $X_{15}^* = 39,146$ |
| $X_6^* = 176,069$ | $X_{16}^* = 1,575$ |
| $X_7^* = 18,597$ | $X_{17}^* = 88,767$ |
| $X_8^* = 0$ | $X_{18}^* = 135,056$ |
| $X_9^* = 161,432$ | $X_{19}^* = 20,063$ |
| $X_{10}^* = 99,930$ | $X_{20}^* = 40,006$ |

これらの link 上の交通量のうち、それぞれの source からの発生交通量合計を昭和 37 年 ${}^mX_i^*$ 、および昭和 45 年 ${}^mX_{i*}^*$ とし、この値を求めると表 8-6-2 となる。

表 8-6-2 (1) link i における source m からの現在交通量合計 mX_i

(昭 37 年)

| 発 生 | l i n k | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 1 | 17,818 | 12,382 | 17,820 | 0 | 2,725 | 6,187 | 3,467 | 15,383 | 9,537 | 5,846 | 1,981 | 9,370 | 3,815 | 99 | 4,778 | 7,351 | 1,103 | 3,964 | |
| 2 | 0 | 0 | 22,927 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16,051 | 9,952 | 6,099 | 1,147 | 5,733 | 3,980 | 57 | 2,907 | 4,492 | 671 | 3,964 | |
| 3 | 0 | 0 | 9,336 | 9,336 | 28,008 | 7,002 | 2,334 | 22,290 | 13,820 | 8,470 | 11,672 | 10,386 | 5,528 | 584 | 7,761 | 11,940 | 1,791 | 5,506 | |
| 4 | 0 | 0 | 11,931 | 11,931 | 5,966 | 95,448 | 5,966 | 35,197 | 21,822 | 13,375 | 2,983 | 75,166 | 8,729 | 149 | 37,976 | 53,809 | 8,071 | 8,694 | |
| 5 | 0 | 0 | 13,060 | 13,060 | 5,804 | 8,706 | 1,451 | 14,221 | 8,817 | 5,404 | 2,975 | 10,375 | 3,527 | 149 | 5,494 | 8,453 | 1,268 | 3,513 | |
| 6 | 0 | 0 | 15,646 | 15,646 | 7,828 | 11,735 | 356 | 17,798 | 11,034 | 6,763 | 3,911 | 13,495 | 4,414 | 196 | 7,157 | 11,011 | 1,652 | 4,396 | |
| 計 | 17,818 | 12,382 | 90,720 | 49,973 | 50,331 | 129,078 | 13,574 | 120,940 | 74,982 | 45,957 | 24,669 | 124,525 | 29,993 | 1,234 | 66,073 | 97,056 | 14,556 | 30,037 | |

注) link 8, 14 の交通量は 0 のため省略した。

(2) link i における source m からの将来交通量合計 ${}^mX_{i*}$

(昭和45年)

| 発 生 | l i n k | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|-------|--------|---------|--------|--------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 1 | 26,372 | 18,090 | 26,372 | 0 | 3,934 | 9,050 | 5,058 | 23,034 | 14,236 | 8,798 | 2,731 | 13,597 | 5,539 | 144 | 6,938 | 10,760 | 1,663 | 5,730 | |
| 2 | 0 | 0 | 27,144 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19,109 | 11,838 | 7,271 | 1,315 | 6,720 | 4,673 | 67 | 3,413 | 5,268 | 801 | 4,729 | |
| 3 | 0 | 0 | 11,771 | 11,771 | 33,713 | 8,725 | 2,925 | 28,370 | 17,568 | 10,802 | 14,056 | 12,856 | 6,904 | 729 | 9,693 | 14,977 | 2,285 | 7,026 | |
| 4 | 0 | 0 | 16,893 | 16,893 | 8,272 | 132,915 | 8,370 | 50,520 | 31,271 | 19,249 | 3,955 | 103,652 | 12,194 | 208 | 53,052 | 79,838 | 11,622 | 12,519 | |
| 5 | 0 | 0 | 16,306 | 16,306 | 7,145 | 10,761 | 1,801 | 17,920 | 11,097 | 6,823 | 3,556 | 12,725 | 4,363 | 184 | 6,796 | 10,501 | 1,601 | 4,437 | |
| 6 | 0 | 0 | 19,582 | 19,582 | 9,647 | 14,558 | 443 | 22,479 | 13,920 | 8,559 | 4,683 | 16,589 | 5,473 | 243 | 8,875 | 13,712 | 2,091 | 5,565 | |
| 計 | 26,372 | 18,090 | 118,068 | 64,552 | 62,711 | 176,069 | 18,597 | 161,432 | 99,930 | 61,502 | 30,296 | 166,139 | 39,146 | 1,575 | 88,767 | 135,056 | 20,063 | 40,006 | |

$$\frac{mX_{i*}}{mX_i}$$

(3) link i における source m からの交通量増加率

| 発 生 | l i n k | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | | |
| 1 | 1,480 | 1,461 | 1,480 | 0 | 1,445 | 1,463 | 1,459 | 1,497 | 1,493 | 1,505 | 1,379 | 1,451 | 1,452 | 1,455 | 1,452 | 1,464 | 1,508 | 1,446 | | |
| 2 | 0 | 0 | 1,184 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,191 | 1,900 | 1,192 | 1,146 | 1,172 | 1,174 | 1,175 | 1,174 | 1,173 | 1,194 | 1,193 | | |
| 3 | 0 | 0 | 1,261 | 1,261 | 1,204 | 1,246 | 1,253 | 1,273 | 1,271 | 1,275 | 1,204 | 1,238 | 1,249 | 1,248 | 1,249 | 1,254 | 1,276 | 1,276 | | |
| 4 | 0 | 0 | 1,416 | 1,416 | 1,387 | 1,393 | 1,403 | 1,435 | 1,433 | 1,439 | 1,326 | 1,379 | 1,397 | 1,396 | 1,397 | 1,484 | 1,440 | 1,440 | | |
| 5 | 0 | 0 | 1,249 | 1,249 | 1,231 | 1,236 | 1,241 | 1,260 | 1,259 | 1,263 | 1,195 | 1,227 | 1,237 | 1,235 | 1,237 | 1,242 | 1,263 | 1,263 | | |
| 6 | 0 | 0 | 1,252 | 1,252 | 1,232 | 1,241 | 1,244 | 1,263 | 1,262 | 1,266 | 1,197 | 1,229 | 1,240 | 1,240 | 1,240 | 1,245 | 1,266 | 1,266 | | |
| 計 | 1,480 | 1,461 | 1,301 | 1,292 | 1,246 | 1,364 | 1,370 | 1,335 | 1,333 | 1,338 | 1,228 | 1,334 | 1,305 | 1,276 | 1,343 | 1,392 | 1,378 | 1,332 | | |

〔3〕 図上計算法

つぎに § 5 にのべた図上計算法を付図8-6-1の路線網と付図8-6-2の分岐の比率が与えられた場合の実例によつて示す。

まず付図8-6-3は $u_1 = 30,200$ のみが発生する場合の X_i (および $v_{n'}$) を図上計算によつて求めたものである。分岐の比率を一定と仮定する計算のみでよい場合にはすでに § 5 にのべたように、引続いて $u_2 = 22,930$ のみが発生する場合の X_i , $v_{n'}$ を図上に追加して記入してゆくか、あるいは u_1, u_2, \dots, u_6 を同時に与えて、発生源に近い link から順次配分計算を進めてゆくのが有利である。

しかし配分交通量の予測に際して u^* と同時に v^* も与えて X^* を予測しようとする場合、§ 5 にのべたようにまず現在の X_i の OD 部分交通量 ${}^mX_i^{n'}$ をも図上計算によつて求める必要がある。

このためにはすでにのべたように、最初から各発生源についてそれぞれ別個に図上計算を進めるのが有利である。図8-6-1は付図8-6-1に示す6個の source のうち、 $u_1 = 30,200$ のみ与えられた場合の ${}^mX_i^{n'}$ の図上計算例を示す。この計算手順はつぎのとおりである。

(1) m で発生し、link i を通る交通量 mX_i

図8-6-1の図上で付図8-6-3と全く同じく、分岐の比率 p_{ij} にしたがつて u_1 を逐次配分してゆく計算を行なう。つぎに図8-6-1と同様にそれぞれ別の計算用紙上で u_2, u_3, \dots, u_6 のみの配分計算を行なう。

(2) 現在 OD 交通量 ${}^mX_0^{n'}$

m で発生し、sink n' に吸収される交通量 ${}^mv_{n'}$ はそのまま ${}^mX_0^{n'}$ であつて(1)によつてすでに求められており、本節〔2〕で得られたのと全く同じ表8-6-1がえられる。

(3) link i を通る OD 部分交通量 ${}^mX_i^{n'}$

式(8-4-4)および(8-4-5)の計算を sink から順次さかのぼることによつて ${}^mX_i^{n'}$ を求めることができる。

図8-6-1は各linkについてこの図上計算を行なつたものである。

これによつて付表8-6-6が作成される。

(4) 将来O D交通量 ${}^m X_{0*}^{n'}$

表 8-6-1 に示す w^* 、 w^* が与えられたとすると本節〔2〕(3)と同様に付表 8-6-4 に示す ${}^m X_{0*}^{n'}$ がえられる。

(5) 各O D交通量の伸び率 ${}^m \alpha^{n'}$

本節〔2〕(4)と同様に、式(8-4-2)によつて ${}^m \alpha^{n'}$ を計算し、付表 8-6-5 がえられる。

(6) 各linkの将来交通量 X^*

本節〔2〕(6)と同様に付表 8-6-7 を作成して X_1^* 、 X_2^* 、……、 X_{20}^* が求められる。

§ 7 結 語

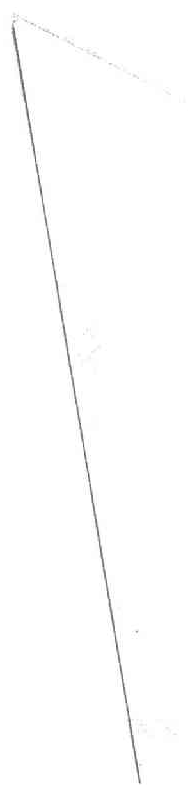
本章では第 6 章にのべた方法論によつて推定される地域間通勤交通需要にもとずき、その利用する交通路線の各区間別交通量(配分交通量)を予測するための二・三の方法論について論述した。

まず交通路線網の接続点(node)において、各路線に対する旅客の分岐の比率(遷移確率)が与えられている場合、配分交通量を求めるために吸収マルコフ連鎖の理論を応用する佐佐木綱博士の提案を紹介し、その都市通勤交通への適用についてのべた。

しかし現実の都市交通路線網においては、都市近郊地域、都心地域のそれぞれの将来の土地利用計画にもとづく発生・吸収交通量がまず与えられ、この条件にしたがつて将来の配分交通量を予測すべき場合が多い。そこでマルコフ連鎖の理論における遷移確率一定という従来の方法に対して、同一のO Dをもつ交通量についてのみ遷移確率を一定と仮定し、土地利用計画にもとづく交通路線網計画にも適用しうる配分交通量予測のための方法論を展開した。

また比較的簡単な交通路線網における一方向性の交通流においては、上記の理論による逆行列や行列式の乗算を必要とせず、図上の単純な機械的計算のみによつて将来の配分交通量を予測する方法を提案した。

上記の二つの方法論の適用例として 6 つの労働力発生ゾーンと 8 つの吸収ゾーンを有する、東京西郊から都心流入のための高速鉄道幹線網について、



従来の方法およびここに提案した方法論によつて配分交通量の予測値を試算し交通路線網計画に十分応用しうることを実証した。

都市内のゾーン相互間における将来の輸送需要の増加に対応し、それぞれの交通路線は必要かつ十分な増強が行なわれねばならない。そのためにはまず将来における各交通路線の区間別輸送需要を予測することが必要であり、本章によつて交通施設計画における基礎的な課題のための方法論がえられた。

参 考 文 献

- 1) R.A.Howard : Dynamic Programming and Markov Processes Tohon Wiley
1960.
- 2) A.T.Bharucha - Reid : Elements of the Theory of Markov Processes
and Their Application, McGraw-Hill, 1960.
- 3) 佐佐木綱：交通流理論・交通工学シリーズ3，昭和40年4月，技術書院， pp.69～82.
- 4) 佐佐木綱・香川一男： マルコフ過程としてみた交通量について，
第20回年次学術講演会講演概要，昭40年5月 土木学会，第Ⅳ部p.88.
- 5) 佐佐木綱： 吸収マルコフ過程による交通量配分理論，
土木学会論文集，第121号，昭40年9月登載予定，土木学会.
- 6) 昭和37年度 都市交通年報，昭39年3月，運輸省大臣官房都市交通課， pp. 91～95.
- 7) W.S.Rainville : The Importance of Urban Transit and Its Effective
Passenger Capacities.
Traffic Engineering, 1961. 5月, pp. 11～16.
- 8) R.E.Quandt : Models of Transportation and Optimal Network,
Construction Journal of Regional Science. Vol.2 №1, 1960,
pp. 27～45.

第9章 交通路線連関の定式化とその応用

§ 1 概 説

高速鉄道、バス、路面電車などによつて構成される都市公衆交通機関の路線網は、それらの相互乗換えに関する依存度はなほ大きい。もし仮りにこれらがいずれも独立してのみ機能を発揮しうるとし、路線相互間の旅客の乗換えを認めない場合を想像すれば、各路線間の相互乗換が都市交通路線網の構成と交通流動に対する影響と意義の大きさを知ることができる。しかし従来の都市交通施設計画に際しては、まず交通路線施設の容量救済に急なあまり、輸送需要や限界容量など、それぞれ単独の路線上の輸送の量の問題にのみ主眼がおかれて来たといふことができる。

その場合には、ある路線のある区間を通過する1人の旅客は、その発生ゾーン、吸収ゾーンに無関係に単に1人という交通量として取り扱われる。一つの路線の輸送量と容量のみに着目する場合にはそれで十分であつても、各路線相互に有機的に関連のある都市交通路線網上の交通流動は、これらを総合的に取り扱う必要がある。すなわち都市近郊住宅地域、都心事業所地域の各ゾーンごとに差のある将来の発展傾向は、これらのゾーンを結ぶ交通路線網の相互依存関係に直接・間接に影響された輸送需要の増加を示す。また都市交通機能において大きな地位をしめる交通ターミナルの設計・計画に際しても、従来では、単一のターミナルにおける交通需要や容量のみがとりあげられているが、合理的な都市交通網計画のためには、路線網全体としての総合的な需要予測が必要である。

本章では、第7章§1にすでにのべた経路選定に関する輸送経路の質的条件については、各経路の相対的な変化がないと仮定し、上にのべた各交通路線の連関関係、すなわち乗換えによる相互依存関係に着目し、そのうちとくに通勤交通に関して都市交通圏全域の交通流動を巨視的に取り扱い、将来における各路線の区間別輸送需要を予測するための二・三の方法論を提示する。

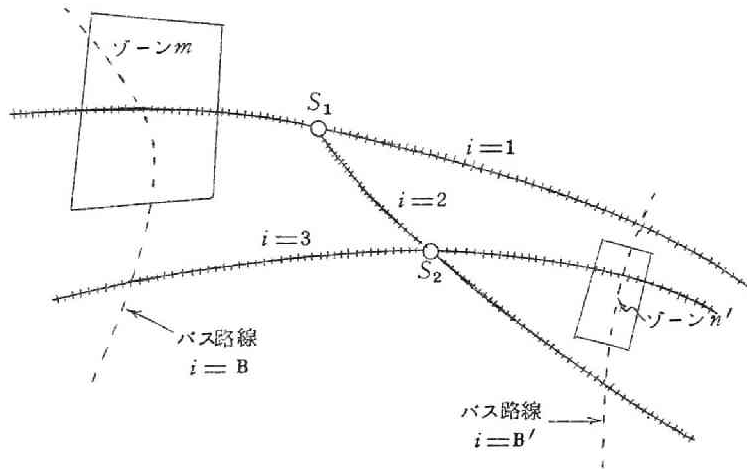
まず、§2路線連関表の作成とその意義においては、各交通路線の接続状

における旅客の乗換えに着目し、路線交通量の実績値に関する相互依存関係をあらわす表（以下路線連関表という）の作成を提案する。その場合、任意の発生ゾーン m から吸収ゾーン n' に至るすべての経路の両端における徒歩をも一つの交通手段とみなすことにより、この表は産業連関表と全く同じ構造をもつと解しうることをのべる。§ 3 路線連関表による通勤交通の現状分析においては、この表を応用することによりそれぞれの路線と他の路線との相互依存関係や、各路線の区間別輸送量、ゾーン m から n' に対する流入経路の交通路線施設の整備水準を示す指数などがえられることをのべる。§ 4 路線連関表による通勤交通需要の推計においては、さらに路線連関表を応用して、各路線の将来の区間別輸送需要を推計するための二つの方法論を提案する。§ 5 大都市における適用例においては、§ 4 にのべた方法論を適用し、東京通勤圏における昭和 37 年度の路線連関表を基礎として昭和 45 年度の各路線の相互依存関係を試算する。

§ 2 路線連関表の作成とその意義 ^{1) 2)}

図 9-2-1 に示すモデルにおいて、都市近郊のゾーン m から都心のゾーン n' への交通手段として、 $i = 1, 2, 3$ の 3 本の交通路線が考えられる場合、ゾーン m からゾーン n' へ流入する通勤者の利用しうるルートには徒歩、バスを含め、それぞれの乗換関係からみてさまざまな組合せが考えられる。

すなわち各ルートの両端における徒歩も一つの交通手段とみなし、一つの方法として乗車駅側を $i = 0$ 、同じくバスを $i = B$ 、同様に降車駅側を $0'$ および B' の路線とする。たとえばゾーン m のなかの住居地からバスを利用して路線 $i = 1$ のいずれかの駅から乗車し、 S_1 駅で路線 $i = 2$ に乗換え、そのいずれかの駅からバスを利用してゾーン n' の通勤目的地に到着するルートを $(0, B, 1, 2, B', 0')$ であらわすものとする。その場合、本章 § 4 にのべるように、産業連関表の付加価値、最終需要 ^{3) 4)} と対応させる便宜のため、ルートの両端には必ず徒歩を伴うものとして 0 および $0'$ を付けることとする。この場合、図 9-2-1 に示す路線網のモデルにおいて、ゾーン m から n' に流入するために、一般にはつぎのような通勤者のルートが考えられる。

図 9-2-1 ゾーン m から n' への交通路線網のモデル

$(00')$ $(0B0')$ $(0BB'0')$
 $(010')$ $(0120')$ $(01230')$ $(030')$ $(0320')$
 $(0B10')$ $(0B120')$ $(0B1230')$ $(0B30')$ $(0B320')$
 $(01B'0')$ $(012B'0')$ $(0123B'0')$ $(0'3B'0')$ $(032B'0')$
 $(0B1B'0')$ $(0B12B'0')$ $(0B123B'0')$ $(0B3B'0')$ $(0B32B'0')$

これらのすべてのルートの利用者の合計、すなわちゾーン m からゾーン n' に流入する全通勤者の利用路線の相互関連性を表 9-2-1 のように示すことができる。

この表において

${}^m x_{ij}^{n'}$: 近郊のゾーン m から都心のゾーン n' へ流入する (以下 $m \rightarrow n'$ と記す) ため、路線 i から路線 j へ乗換える交通量

${}^m X_{i.}^{n'}$: $m \rightarrow n'$ のため、路線 i から他の路線に乘換える交通量の合計

$${}^m X_{i.}^{n'} = \sum_j {}^m x_{ij}^{n'}$$

${}^m X_{.j}^{n'}$: $m \rightarrow n'$ のため、他の路線から路線 j に乗換える交通量の合計

$${}^m X_{.j}^{n'} = \sum_i {}^m x_{ij}^{n'}$$

表 9-2-1 m 地区から n' 地区への路線連関表 (${}^m x_{ij}^{n'}$ - 表)

| | B | 1 | 2 | 3 | B' | 0' | 計 |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| 0 | ${}^m x_{0B}^{n'}$ | ${}^m x_{01}^{n'}$ | ${}^m x_{02}^{n'}$ | ${}^m x_{03}^{n'}$ | ${}^m x_{0B'}^{n'}$ | ${}^m x_{00'}^{n'}$ | ${}^m X_{0.}^{n'}$ |
| B | 0 | ${}^m x_{B1}^{n'}$ | ${}^m x_{B2}^{n'}$ | ${}^m x_{B3}^{n'}$ | ${}^m x_{BB'}^{n'}$ | ${}^m x_{B0'}^{n'}$ | ${}^m X_{B.}^{n'}$ |
| 1 | ${}^m x_{1B}^{n'}$ | 0 | ${}^m x_{12}^{n'}$ | ${}^m x_{13}^{n'}$ | ${}^m x_{1B'}^{n'}$ | ${}^m x_{10'}^{n'}$ | ${}^m X_{1.}^{n'}$ |
| 2 | ${}^m x_{2B}^{n'}$ | ${}^m x_{21}^{n'}$ | 0 | ${}^m x_{23}^{n'}$ | ${}^m x_{2B'}^{n'}$ | ${}^m x_{20'}^{n'}$ | ${}^m X_{2.}^{n'}$ |
| 3 | ${}^m x_{3B}^{n'}$ | ${}^m x_{31}^{n'}$ | ${}^m x_{32}^{n'}$ | 0 | ${}^m x_{3B'}^{n'}$ | ${}^m x_{30'}^{n'}$ | ${}^m X_{3.}^{n'}$ |
| B' | ${}^m x_{B'B}^{n'}$ | ${}^m x_{B'1}^{n'}$ | ${}^m x_{B'2}^{n'}$ | ${}^m x_{B'3}^{n'}$ | 0 | ${}^m x_{B'0'}^{n'}$ | ${}^m X_{B'.}^{n'}$ |
| 計 | ${}^m X_{.B}^{n'}$ | ${}^m X_{.1}^{n'}$ | ${}^m X_{.2}^{n'}$ | ${}^m X_{.3}^{n'}$ | ${}^m X_{.B'}^{n'}$ | ${}^m X_{.0'}^{n'}$ | ${}^m X_{..}^{n'}$ |

ここに ${}^m X_{i.}^{n'}$ (または ${}^m X_{.j}^{n'}$) は $m \rightarrow n'$ のため、路線 i (または路線 j) のいずれかの区間を利用する交通量の合計であるから当然次式が成立する。

$${}^m X_{.1}^{n'} = {}^m X_{1.}^{n'}, \quad {}^m X_{.2}^{n'} = {}^m X_{2.}^{n'}, \dots, \quad {}^m X_{.k}^{n'} = {}^m X_{k.}^{n'}.$$

また ${}^m X_{.0'}^{n'} = {}^m X_{0.}^{n'}$ は $m \rightarrow n'$ の OD 交通量に相当する。

さらにこの表において

${}^m x_{0j}^{n'}$: $m \rightarrow n'$ のため路線 j を最初の利用路線とする交通量

${}^m x_{i0'}^{n'}$: $m \rightarrow n'$ のため路線 i を最終の利用路線とする交通量

であり、この 2 つをそれぞれ付加価値、および最終需要と考えることにより、表 9-2-1 は産業連関表と全く同じ構造をもつものと理解することができるのでこのように構成された表を路線連関表と呼ぶことにする。

さらに表 9-2-1 の要素は ${}^m x_{ij}^{n'}$ であるが、

$${}^m x_{ij}^{n'} = \sum_{n'} {}^m x_{ij}^{n'}$$

$${}^m x_{ij}^{n'} = \sum_m {}^m x_{ij}^{n'}$$

を要素とする路線連関表を作成することにより、都市近郊のゾーン m から流出する通勤者のみ、および都心のゾーン n' に流入する通勤者のみによる各交通路線の合計交通量をそれぞれ分析することができる。

さらに

$$\dot{x}_{ij} = \sum_m \dot{x}_{ij}^m = \sum_{n'} \dot{x}_{ij}^{n'}$$

は昼間流入人口の合計に関する路線 i から路線 j への乗換者数であるから、この \dot{x}_{ij} を要素とする路線連関表は各交通路線のこの通勤圏全域に関する相互依存関係を表わしている。

このように ${}^m x_{ij}^{n'}$, ${}^m x_{ij}$, $\dot{x}_{ij}^{n'}$, \dot{x}_{ij} を各要素とする路線連関表（それぞれ ${}^m x_{ij}^{n'}$ -表, ${}^m x_{ij}$ -表, $\dot{x}_{ij}^{n'}$ -表, \dot{x}_{ij} -表という）は、いずれも各路線の接続点に着目して、ある都市通勤圏における交通機関利用の相互依存関係を表わしているので、以下これらを路線連関表と総称し、その各要素を単に x_{ij} で示すこととする。

§ 3 路線連関表による通勤交通の現状分析

ここにのべた路線連関表は、一例としてつぎのように通勤交通の現状分析に応用することができる。

この方法による分析を試行するため、東京都心3区内に勤務する約3,400人に対するサンプル調査の結果からまず小規模な路線連関表のモデルを作成した。このうち西武新宿線を最寄路線とする地区内の居住者（計118人）に関する部分のみを表9-3-1に示す。これは西武新宿線最寄地区を m 、都心

表 9-3-1 路線連関表の一例

(西武新宿線を最寄路線とする地区から都心3区に対して)

| 乗 車 降 車 | | | バ ス | 国 鉄 中 央 線 | 西 武 | | 国 鉄 | | 鉄 総 武 線 | 地下鉄 | | バ ス | 都 電 | 徒歩 (最終需要) | 合 計 | 路 線 別 合 計 |
|------------------------|-----------------------------|-----------|--------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|-------------|--------|--------|--------------|--------|-----------------------|
| | | | | | 池 袋 線 | 新 宿 線 | 山手線 | | | 丸 の 内 線 | 銀 座 線 | | | | | |
| | | | | | | | 内 廻 り | 外 廻 り | | | | | | | | |
| 徒 歩 (附加価値) | | | 33 | 9 | 3 | 73 | | | | | | | | | 118 | 118 |
| バ ス | | | | 26 | 1 | 3 | | | | 3 | | | | | 33 | 33 |
| 国 鉄 中 央 線 | 大久保以遠から | 新 宿 へ | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | 51 |
| | | 四 谷 へ | | | | | | | 1 | 4 | | 2 | | 7 | | |
| | | お 茶 の 水 へ | | | | | | | | | | | | 0 | | |
| | | 神 田 へ | | | | | | 9 | | | | | 7 | 16 | | |
| | | 東 京 へ | | | | | | | | | 1 | | 10 | 11 | | |
| | 新宿から | 四 谷 へ | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | |
| | | お 茶 の 水 へ | | | | | | | 1 | | | | 2 | 3 | | |
| | | 神 田 へ | | | | | | | | | | | 4 | 4 | | |
| | | 東 京 へ | | | | | | | | | | | 8 | 8 | | |
| 西 武 | 池 袋 線 | | | | | | 1 | | 3 | | | | | 4 | 4 | |
| | 新 宿 線 | | | | | 31 | | | 45 | | | | | 76 | 76 | |
| 国 鉄 | 山手線 | 内 廻 り | | 16 | | | | | 7 | | | | | 9 | 32 | 32 |
| | | 外 廻 り | | | | | | | | | | | 10 | 10 | 10 | |
| | 総 武 線 | | | | | | | | | | | | 9 | 9 | 9 | |
| 地 下 鉄 | 丸の内線 | 荻 窪 か ら | | | | | | | | 1 | | | 1 | 2 | 55 | |
| | | 新 宿 か ら | | | | | | | | 18 | | 28 | 46 | | | |
| | | 四 谷 か ら | | | | | | | | 2 | | 2 | 4 | | | |
| | | 池 袋 か ら | | | | | | | | | | 3 | 3 | | | |
| | 銀座線赤坂見付から | | | | | | | | | | | | 21 | 21 | 21 | |
| バ ス | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | |
| 都 電 | | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | 2 | |
| 合 計 | | | 33 | 51 | 4 | 76 | 32 | 10 | 9 | 55 | 21 | 1 | 2 | 118 | 411 | 411 |

3区を n' とする ${}^m x_{ij}^{n'}$ - 表といえる。実用的にはサンプル数も不足であり、また n' をさらに細分化すべきは当然であるが、簡単のため、以下この表によつてその応用方法をのべる。

a) 徒歩およびバス利用者数

表9-3-1において徒歩による当初利用路線の内訳は第1行に、乗車駅までのバス利用者の当初利用路線の内訳は第2行のバス発の欄に示されている。

さらに駅勢圏の構成要因を分析するためには、任意の列を駅別に細分化したり、徒歩およびバスの行を所要時分帯に細分化し、 ${}^m x_{ij}$ - 表、 ${}^s x_{ij}$ - 表について分析することが有意義である。また降車駅から勤務箇所へ、バス、都電を利用しない流入者の最終利用路線別内訳は右端の徒歩の列に示されている。

b) 路線相互の乗換人数

通勤連関表の各要素は相互乗換者数そのものであり、路線 i の列を縦に見れば、他の各路線からの乗換者数がわかり、またその合計が他の各路線へ配分されてゆく構成は路線 i の行に示され、当然そのそれぞれの合計は常に等しい。

ここに x_{ij} は各路線間の合計であるが、乗換駅の区別がとくに必要な場合には路線網の構成からみて、乗換箇所を同時に表記することも容易である。これを合成した ${}^s x_{ij}$ - 表によれば、すべてのターミナル駅における各路線間の相互乗換交通量が明らかになる。

c) 区間別交通量

相互乗換路線および乗換駅を考慮して x_{ij} - 表の要素を集計すれば各路線について乗換駅間の通過交通量がえられる。すなわち図9-3-1(1)に示す路線網のモデルにおいて、路線1に着目し、乗換駅④、⑤間の区間交通量 $x_{1④⑤}$ を求める方法について考察する。すでにのべたように、通勤時間帯における逆方向の交通路線施設の容量は交通量に対し、通常十分な余裕を有するので、その交通量を見放し、いずれの路線についても、発生地域から吸収地域に向う一方向の交通量のみを取り扱うこととすると、各区間別交通量と路線間の乗換交通量のモデルは図9-3-1(2)となる。この図に示すように、路線 i から路線 j への乗換交通量を x_{ij} とすれば、路線1の④、⑤間の区間

図 9-3-1 (1) 路線網のモデル

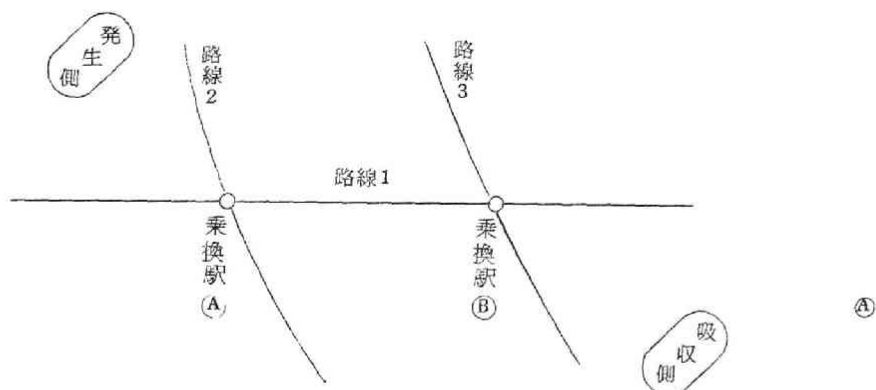
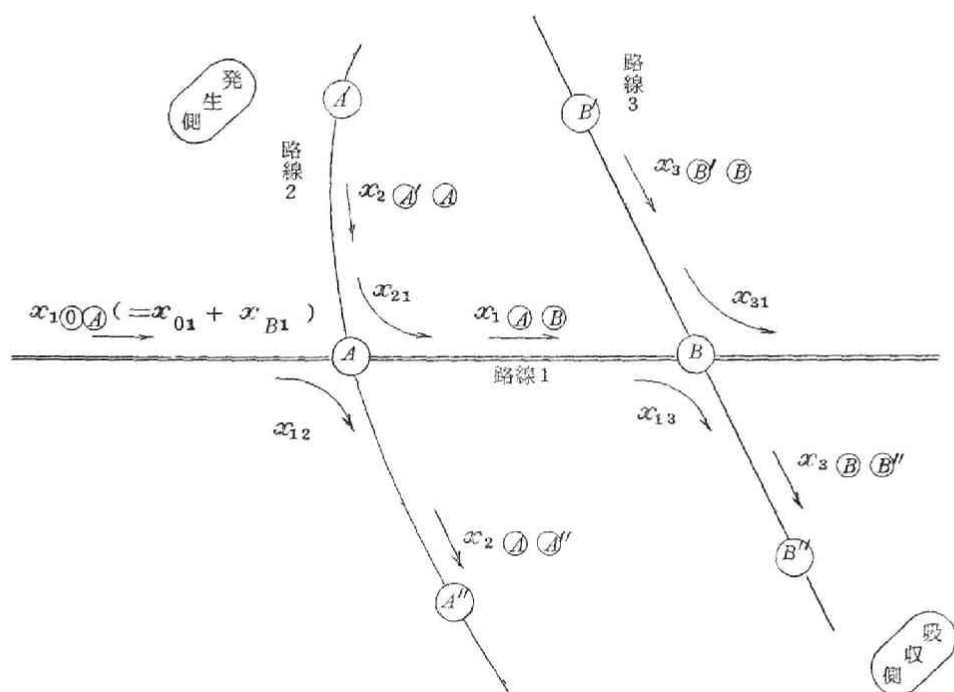


図 9-3-1 (2) 区間別交通量を示すモデル



交通量 $x_{1(A)B}$ は次式となる。

$$x_{1(A)B} = x_{1(A)A} + x_{21} - x_{12}$$

411回、ただしこのうちには ${}^mX_{0.}^{n'}$ および ${}^mX_{.d}^{n'}$ が含まれているのでバスを含む純乗換回数の一人当たり平均は

$$\frac{{}^mX_{..}^{n'} - 2 {}^mX_{0.}^{n'}}{{}^mX_{0.}^{n'}} = \frac{176}{118} = 1.49$$

また利用する交通機関数の一人当たり平均は

$$\frac{{}^mX_{..}^{n'} - {}^mX_{0.}^{n'}}{{}^mX_{0.}^{n'}} = \frac{293}{118} = 2.49$$

となり、これらの値は、 m 地区から n' 地区に流入するための交通路線網の整備の程度を表わす一指標といふことができる。

§ 4 路線連関表による通勤交通需要の推計

将来の各路線別の通勤交通需要を予測するためにつぎのように路線連関表を応用する方法について考察した。

a) 最終需要の変化に対応する交通量

ここにのべた路線連関表が、諸種の経済分析に広く応用されている産業連関表と同じ構成をもっていることについては本章 § 2 においてすでにのべた。

ところで、産業連関表の最も代表的な利用法は、その体系の外部から将来の最終需要を与え、投入係数を一定、すなわち各産業の投入量は産出量に比例するという仮定により、通常逆行列を利用して各産業間の需給を予測することである。⁴⁾⁵⁾

これをそのまま路線連関表に適用すると、最終需要は表 9-2-1 を一般化した x_{ij} -表における $0'$ 列の要素 $x_{i0'}$ すなわち各路線を最終利用機関とする通勤者数であり、たとえば各 n' 地区内における将来の就業人口需要から最寄路線の $x_{i0'}$ を想定することができる。

つぎに産業連関表の投入係数に対応するのは次式の a_{ij} であり、 x_{ij} -表の数値によつて容易に求められる。

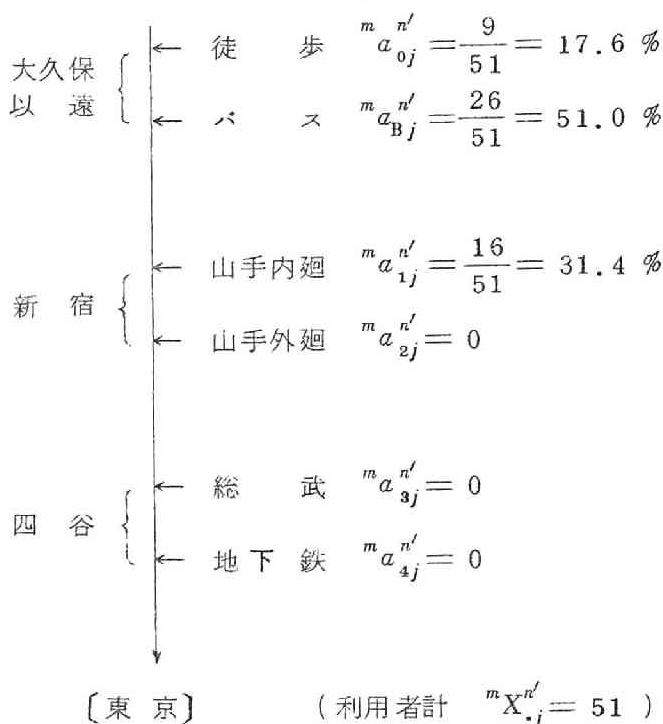
$$\frac{x_{ij}}{X_{.j}} = a_{ij} \quad (9-4-1)$$

ここに $i=0, B, 1, 2, 3, \dots, B'$

$j=B, 1, 2, 3, \dots, B', 0'$

一例として j を中央線として、表 9-3-1 のデータによれば、図 9-4-1 のように ${}^m a_{ij}^{n'}$ が求められる。

図 9-4-1 ${}^m a_{ij}^{n'}$ の計算例



たとえば地下鉄新線の開通のように路線網の構成の変化や、近郊地域の人口増加率の著しい不均衡などがない場合、これらの係数を一定とすることができるから、産業連関表の場合と全く同じ手法によつて将来における x_{ij} - 表を予測することができる。すなわち、表 9-2-1 の ${}^m x_{ij}^{n'}$ を一般化した、 x_{ij} - 表について考えると

$$x_{iB} + x_{i1} + x_{i2} + x_{i3} + x_{iB'} + x_{i0'} = X_i.$$

($i = B, 1, 2, 3, B'$)

式(9-4-1)を代入して

$$a_{iB} X_{\cdot B} + a_{i1} X_{\cdot 1} + a_{i2} X_{\cdot 2} + a_{i3} X_{\cdot 3} + a_{iB'} X_{\cdot B'} + x_{i0'} = X_{i\cdot} \quad (9-4-2)$$

($i = B, 1, 2, 3, B'$)

を得る。この式において $x_{i0'}$ は体系の外部から与えられるから、未知数は

$$X_B = X_{\cdot B}, \quad X_1 = X_{\cdot 1}, \quad X_2 = X_{\cdot 2}, \quad X_3 = X_{\cdot 3}, \quad X_{B'} = X_{\cdot B'}$$

の5個であり、これは方程式の数と一致する。したがって各最終路線利用者数 $x_{i0'}$ を与えれば、たとえば式(9-4-2)の連立方程式を解くことができる。すなわち式(9-4-2)を行列式に直して、

$$\begin{pmatrix} a_{BB} & a_{B1} & a_{B2} & a_{B3} & a_{BB'} \\ a_{1B} & a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{1B'} \\ a_{2B} & a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{2B'} \\ a_{3B} & a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{3B'} \\ a_{B'B} & a_{B'1} & a_{B'2} & a_{B'3} & a_{B'B'} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{\cdot B} \\ X_{\cdot 1} \\ X_{\cdot 2} \\ X_{\cdot 3} \\ X_{\cdot B'} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} X_{B\cdot} \\ X_{1\cdot} \\ X_{2\cdot} \\ X_{3\cdot} \\ X_{\cdot B'} \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} x_{B0'} \\ x_{10'} \\ x_{20'} \\ x_{30'} \\ x_{B'0'} \end{pmatrix} \quad (9-4-3)$$

ここに $X_{i\cdot} = X_{\cdot i}$ かつ $a_{ii} = 0$ であるから

$$\begin{pmatrix} -1 & a_{B1} & a_{B2} & a_{B3} & a_{BB'} \\ a_{1B} & -1 & a_{12} & a_{13} & a_{1B'} \\ a_{2B} & a_{21} & -1 & a_{23} & a_{2B'} \\ a_{3B} & a_{31} & a_{32} & -1 & a_{3B'} \\ a_{B'B} & a_{B'1} & a_{B'2} & a_{B'3} & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{\cdot B} \\ X_{\cdot 1} \\ X_{\cdot 2} \\ X_{\cdot 3} \\ X_{\cdot B'} \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} x_{B0'} \\ x_{10'} \\ x_{20'} \\ x_{30'} \\ x_{B'0'} \end{pmatrix} \quad (9-4-4)$$

したがって

$$\begin{pmatrix} X_{\cdot B} \\ X_{\cdot 1} \\ X_{\cdot 2} \\ X_{\cdot 3} \\ X_{\cdot B'} \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} -1 & a_{B1} & a_{B2} & a_{B3} & a_{BB'} \\ a_{1B} & -1 & a_{12} & a_{13} & a_{1B'} \\ a_{2B} & a_{21} & -1 & a_{23} & a_{2B'} \\ a_{3B} & a_{31} & a_{32} & -1 & a_{3B'} \\ a_{B'B} & a_{B'1} & a_{B'2} & a_{B'3} & -1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} x_{B0'} \\ x_{10'} \\ x_{20'} \\ x_{30'} \\ x_{B'0'} \end{pmatrix} \quad (9-4-5)$$

与えられた将来の最終路線利用者数 $x_{i0'}$ に対応する $X_{.j}$ を式 (9-4-5) に
よつて求め、さらに式 (9-4-1) によつて将来の路線連関表の各要素 x_{ij} を
求めることができる。

すでにのべたようにこの手法は ${}^m x_{ij}^{n'}$, ${}^m \dot{x}_{ij}^{n'}$, ${}^{\cdot} x_{ij}^{n'}$, ${}^{\cdot} \dot{x}_{ij}^{n'}$ のいずれの予
測にも適用可能であり、そのそれぞれの場合についてたとえば § 3 にのべた
分析により、将来の各路線間の乗換交通量の相互関係や区間別交通量などを
予測することができる。

b) 供給・需要地区の就業人口増加に対応する交通量

ここでは都市近郊地区 m および都心地区 n' の将来における就業者の供給
量と需要量がそれぞれ与えられた場合について路線連関表を応用し、通勤交
通流動を予測する手法を提案する。

何らかの方法、たとえば式 (6-4-5) あるいは式 (6-4-6) により、表 6-3-
3 の将来 OD 表 $[{}^m Y^{n'}]$ がえられた場合、将来における x_{ij} - 連関表を作成
することができればこれを § 3 にのべた手法で分析することにより各路線ご
との乗換関係および区間別交通量を予測することができる。

たとえば、都市交通路線網の構成に変化がないとし表 9-2-1 に示す ${}^m x_{ij}^{n'}$
- 連関表の構成比率は、 m から n' に流出入する将来の昼間移動人口 ${}^m Y^{n'}$
のいかんにかかわらず常に一定に保たれると仮定する。すなわち a) にのべ
た方法における最終路線利用者数の比 $x_{i0'}/X_{.0'}$ をそれぞれ一定とした場合
に相当し、この場合には、将来における ${}^m x_{ij}^{n'}$ - 連関表の構成要素を ${}^m y_{ij}^{n'}$
とすると

$${}^m y_{ij}^{n'} = {}^m \alpha_{ij}^{n'} {}^m x_{ij}^{n'} \quad (9-4-6)$$

ここに

$${}^m \alpha_{ij}^{n'} = \frac{{}^m Y^{n'}}{{}^m X^{n'}}, \quad {}^m Y^{n'} = {}^m Y_{0.}^{n'} = {}^m Y_{.0}^{n'}, \quad {}^m X^{n'} = {}^m X_{0.}^{n'} = {}^m X_{.0}^{n'}$$

の関係が成立する。したがつてこの都市通勤圏全域における将来の路線相互
依存関係を示す ${}^{\cdot} y_{ij}^{n'}$ - 表の構成要素 ${}^{\cdot} y_{ij}^{n'}$ は

$$\dot{y}_{ij} = \sum_m \sum_{n'} {}^m \alpha_{ij}^{n'} {}^m x_{ij}^{n'} \quad (9-4-7)$$

によつて与えられる。

この \dot{y}_{ij} によつてえられる将来の通勤連関表を前項 a) の場合と同様に § 3 にのべた手法により分析すれば、各路線の区間別交通需要を予測することができる。そうしてこの値がそれぞれの区間の輸送容量を超過する箇所を見い出すと同時にその超過量を知ることによつて、適正な都市交通路線網整備計画を策定することが可能となる。

§ 5 大都市における適用例

§ 4 にのべた方法論の現実の都市への適用を試みるため、東京通勤圏の交通路線網をとりあげる。第 7 章 § 5 [3] にのべた輸送の質的調査のためのアンケート (サンプル数約 3,400) のうち利用路線の経路に関する昭和 39 年度の実績値にもとずいてまず路線連関表を作成した。この路線連関表の作成および § 4 [1] にのべた手法の適用手順は以下のとおりである。

- (1) 就業人口供給地域 (m) としては、付表 9-5-1 に示す各放射状高速鉄道路線の沿線最寄地域ごとに分割して 33 のゾーンを設け、就業人口需要地域 (n') としては都心 3 区を 4 つのゾーンに分割した。
- (2) これによつて計 132 の OD 種別ごとに路線連関表 (${}^m x_{ij}^{n'}$ - 表) を作成した。たとえば表 9-3-1 に示す路線連関表の例は、 m を西武新宿線最寄ゾーンとし、都心に対する全通勤者計 118 人に関する ${}^m x_{ij}^{n'}$ - 表である。
- (3) これらの各 OD 種別ごとの ${}^m x_{ij}^{n'}$ - 表を合成し、

$$\dot{x}_{ij} = \sum_m \sum_{n'} {}^m x_{ij}^{n'}$$

によつてえられる \dot{x}_{ij} - 表を作成し、経路の明らかなサンプル 3,008 人について付表 9-5-2 をえた。この路線連関表は § 2 にのべたように東京通勤圏全域について、昭和 39 年度における高速鉄道路線の全交通量の相互依存関係を示しているものといふことができる。

- (4) 付表 9-5-2 にもとずいて式 (9-4-4) における投入係数行列式を計算し、付表 9-5-3 がえられた。

(5) 電子計算機 (MELCOM 1101) によつて付表 9-5-4 のように逆行列を計算した。

(6) 就業人口需要地域における各路線ごとの最終降車人数をつぎのように想定した。

a) まず路線連関表の基礎となつた前述のアンケートのサンプルにより、都心の各区へ流入する通勤者が最終に利用する交通路線の構成比を求めた。

b) 付表 9-5-2 の昭和 39 年

度路線連関表によつて最終路線から都心 3 区への降車人数合計を求め、これを上に求めた都心の各区への比率に従つて配分した。

c) 昭和 45 年度の就業者数の伸び率を東京都長期計画にもとづいて想定し、中央区 1.27、千代田区 1.35、港区 1.25 とし

表 9-5-1 各路線ごとの最終降車サンプル数

| | 実績 (昭 39) | 想定 (昭 45) |
|----------|---------------|--------------------------|
| バス | 49 | 60 |
| 山手線 (外廻) | 220 | 289.5 |
| 銀座線 | 289 | 370.5 |
| 丸ノ内線 | 538 | 715.0 |
| 日比谷線 | 90 | 117.3 |
| 総武線 | 119 | 161.0 |
| 中央線 | (緩行) | 254 |
| | (快速) | 332 |
| 都営地下鉄 | 44 | 56.1 |
| 東海道線 | 129 | 170.9 |
| 京浜東北線 | 744 | (南行) 475.1 (北行) 516.7 |
| 山手線 (内廻) | 123 | 160.7 |
| 都電・バス | 69 | 95.5 |
| 計 | 3,000 | 3,972. |

て b) でえられた現在の流入サンプル数に乘じ、これを路線別に合計して表 9-5-1 のように最終降車人数を推定した。なおこの表は a) にのべたようにアンケートのサンプル数に対応する想定値であり、昭和 45 年度における実際の流入人口は抽出率 ($\frac{1,018,100}{3,008} \div 339$) を乘じて求められる。

(7) 付図 9-5-4 に示す投入係数の逆行列、および表 9-5-1 の路線別最終降車人数を用い、式(9-4-5)、(9-4-1)によつて昭和 45 年度における路線連関表を計算して付表 9-5-5 がえられた。

この将来の路線連関表は東京通勤圏全域の交通路線網の目標年度における相互依存関係を示しており、これを § 3 にのべた手法によつて分析することにより、各路線の区間別交通量その他を予測することができる。

§ 6 結 語

各路線相互に有機的に結合して構成される都市交通路線網上の交通流動はこれらを総合し、各接続点における乗換関係に着目して取り扱う必要がある。

本章においてはこの各交通路線の連関関係、すなわち乗換えによる相互依存関係によつて都市通勤圏全域の交通流動を巨視的に取り扱い、将来における各路線の区間別輸送需要を予測するための二・三の方法論を提示した。

まず各交通路線の相互乗換関係を最も合理的に表現するためには、産業連関表と同一構造をもつ交通路線別の一種の O D 表を作成するのが有効であることを提案し、この表を交通路線連関表と名づけた。つぎにこの表を応用すれば、交通路線網に関する種々の現状分析、たとえば各ターミナルにおける路線間交通流動や区間別交通量、各ゾーン間通勤者の平均乗換回数などが容易に求められることを明らかにした。

さらにこの現在の路線連関表を応用し、都市通勤圏全域の交通路線網の計画目標年度における相互依存関係を表わす将来の路線連関表を予測するための二つの方法論を展開した。

その第 1 は、産業連関表において最終需要を与え、投入係数を一定として産業間の需給関係を予測するのと同じ手法を適用するものであり、この方法を適用して東京通勤圏の昭和 45 年度における各交通路線の相互依存関係を求め、合理的な予測値がえられることを明らかにした。

第 2 の方法は、各ゾーン間の路線連関表の各要素は、たとえば第 6 章 § 4 の手法によつてえられる将来のゾーン間 O D 交通量の増加率によつてのみ変化し、同一の O D 交通量については、その構成比は変化しないと仮定する方法である。

第1の方法においては、就業人口供給地域に属する各ゾーン別の将来の発展可能性の相違は予測のための前提条件とはならないが、全路線を合成した一つの路線連関表のみについて式(9-4-5)に示す連立方程式を解けばよく、計算が比較的容易である。これに比して第2の手法によれば、各OD別に路線連関表の作成が必要となり、また将来のゾーン間交通量想定のため、たとえば式(6-4-6)による収束計算が必要となる。しかし将来における土地利用計画が与えられた場合のように、就業人口のゾーン別供給・需要量の変化を前提とする交通路線の計画では第8章§4、§5にのべた手法とともに区間別輸送需要の推計のために有効な手法となることを明らかにした。

参 考 文 献

- 1) 天野光三： 交通路線連関の定式化とその応用について，
昭和40年度 関西支部年次学術講演会講演概要，土木学会関西支部，
(投稿中)
- 2) 天野光三： 都市交通網における通勤輸送需要の予測について，
土木学会論文集，第124号，昭40.12，土木学会，(登載決定)
- 3) 森嶋通夫： 産業連関論入門， 昭37年5月，創文社，pp. 7～25.
- 4) 日本経済の産業連関分析，昭和32年，通産大臣官房調査統計部編，
東洋経済新報社，pp. 3～17.
- 5) 日本経済と地域経済，昭和33年3月，関西経済連合会編，
pp. 25～29.

第 10 章 結 論

都市に関するさまざまな課題は、いずれも根底では密接に結合し、共通の基盤から派生しているともいえる。したがって、都市交通に関する課題の長期的・総合的な解決のためには、単に輸送力の増強のみを目的とする施策ではなく、通勤交通の需要・供給構造を明らかにし、その形成のメカニズムにさかのぼって、この課題を解明することが必要である。

これによつてはじめて、将来における都市域の発達と土地利用、都市の経済活動機能などの変化に伴う通勤交通の分析と将来の推計を行なうことができ、都市問題の解決の一環として通勤交通に関する根本的な解決策を見出すことが可能となる。

この見地に立つて、本研究ではまず都市通勤交通需要の形成と、交通流動としての特性など、通勤事象に関する基本的な性格を明らかにした。そうしてこれを前提として、以下にのべるように通勤交通需要の推計のためのいくつかの新たな方法論を提起した。

- 1) 都心事業所地域・近郊住宅地域を労働力の需要地・供給地としてとらえ、まずこのそれぞれの地域間における将来の需給関係を推計するとともに、労働力需要の平面的な分布からみた、都心地域の今後の発展の方向と速度を、交通手段の整備条件と関連づけて推計することを可能とした。また都心に対する時間距離の将来の変化に対応して、都市近郊地域の人口密度分布を予測し、これによつて、通勤交通需要を推計しうることを明らかにした。
- 2) 交通施設の量的・質的改善に起因する、その受益圏への新たな人口増加を推計することを可能とし、交通施設投資によつて市街地形成を先行的に誘導したり、好ましくない発展傾向を抑制するために、これを応用しうることを明らかにした。
- 3) 都市通勤流動の変化に関する社会的条件からみて、地域間交通量の今後の変化に影響する要素は人口増分であることを指摘し、これにもとづいて、将来の地域間交通需要を推計するための効果的な収束計算法を提案した。

- 4) 交通路線の輸送に関するさまざまな質的条件が、利用経路選定に際して影響するそれぞれの比重を計量的に分析するための方法論を提案し、これを将来の路線別交通需要の推計に応用しうることを明らかにした。
- 5) 吸収マルコフ過程の理論を応用する解析法を、土地利用計画にもとづく通勤交通需要の推計のために展開した。また別に、産業連関表と同じ構造を有する路線連関表の作成を提案し、以上の新たな2つの方法論によつて、各交通路線の区間別通勤交通需要を推計し、これによつて都市交通施設の計画に際して目標とすべき、交通路線の区間別輸送容量が得られることを明らかにした。

従来においては、単に一輸送路線、一輸送系統ごとに輸送量を論ずる場合が多かつたが、本研究によつて、交通路線網上を流動する有機的な交通流として通勤交通を把握し、労働力の需給機構と合わせ考えることによつて、都市交通施設計画の基礎的な資料を得るための合理的な方法論を提起することができたと考える。

しかしながら、都市交通需要の推計に関する研究はまだその緒についた段階であり、残された研究課題もはなはだ多い。今後においては、都市における経済・社会その他さまざまな分野の事象との関連のもとに、都市交通施設計画のための方法論を発展させ、都市交通工学の体系化を確立することが必要であり、本研究がそのためのいとぐちともなれば幸いである。

付 図 。 付 表

1

第 2 章

付 図 ・ 付 表

付 2-1

付表 2-2-1

対全国比でみた3都府県の比重

| | | 摘要 | 全 国 | | 対 全 国 比 率 | | | | |
|-----------|----------|-------|-------|------------------------|-----------|-------|-------|--------|-------|
| | | | 実 数 | 比 率 | 東京都 | 大阪府 | 愛知県 | 3 都府県計 | |
| (金 融) | 銀行 | 預金残高 | 3712 | 91,634 億円 | 100.0 | 31.77 | 15.04 | 6.34 | 53.15 |
| | | 貸出残高 | " | 114,945 " | 100.0 | 40.66 | 18.37 | 6.56 | 65.59 |
| | 郵貯現在高 | | 37,3 | 13,105 " | 100.0 | 12.21 | 6.14 | 6.27 | 24.62 |
| | 株式売買高 | 株数 | 36 | 48,324 百万株 | 100.0 | 64.3 | 2.69 | 3.99 | 95.1 |
| | | 代金 | " | 98,071 億円 | 100.0 | 63.7 | 2.70 | 4.00 | 94.7 |
| | 株式分布 | | | 56,840 百万株 | 100.0 | 45.32 | 15.99 | 6.05 | 67.36 |
| | 手形交換高 | | 37,6 | 81,353 億円 | 100.0 | 51.04 | 20.81 | 6.39 | 78.24 |
| (産 業 規 模) | 工 業 | 従業者数 | 35 | 7,601,963 人 | 100.0 | 15.97 | 11.84 | 9.20 | 37.01 |
| | | 出荷額 | | 152,937 億円 | 100.0 | 15.79 | 13.55 | 9.08 | 38.42 |
| | | 附加価値 | | 48,371 億円 | 100.0 | 17.25 | 13.50 | 9.01 | 39.76 |
| | 商 業 | 従業者数 | 35 | 5,345,619 人 | 100.0 | 16.05 | 9.75 | 5.54 | 31.34 |
| | | 年間販売額 | | 225,761 億円 | 100.0 | 25.70 | 23.96 | 9.47 | 59.13 |
| | 卸 売 | 従業者数 | 35 | 1,901,752 人 | 100.0 | 22.11 | 15.94 | 7.15 | 45.20 |
| | | 年間販売額 | | 182,692 億円 | 100.0 | 27.29 | 27.64 | 10.57 | 65.50 |
| | 小 売 | 従業者数 | 35 | 3,443,867 人 | 100.0 | 12.71 | 6.34 | 4.65 | 23.80 |
| | | 年間販売額 | | 43,068 億円 | 100.0 | 18.96 | 8.35 | 4.85 | 32.16 |
| | 百貨店年間販売額 | | | 4,201 億円 | 100.0 | 38.75 | 16.45 | 5.60 | 60.80 |
| (建築物着工状況) | 全建築物合計 | | 35 年中 | 61,461 千m ² | 100.0 | 15.1 | 7.7 | 8.7 | 31.5 |
| | 居住専用 | | | 22,847 " | 100.0 | 16.0 | 6.4 | 7.3 | 29.7 |
| | 居住産業併用 | | | 8,265 " | 100.0 | 21.1 | 7.1 | 7.5 | 35.7 |
| | 鉱工業用 | | | 13,755 " | 100.0 | 11.5 | 10.4 | 13.7 | 35.6 |
| | 商業用 | | | 4,008 " | 100.0 | 23.6 | 14.6 | 8.3 | 46.5 |
| | サービス業用 | | | 3,010 " | 100.0 | 11.1 | 5.2 | 7.0 | 23.3 |
| | 公務文教用 | | | 5,780 " | 100.0 | 11.3 | 5.7 | 6.3 | 23.3 |

参考文献b) pp.10~21より作成

付表 2-2-2

6 大都市における会社数・資本金額

(昭和35年現在)

| | 会 社 数 | | 資 本 金 額 | |
|------------|---------|-------|-----------|-------|
| | 実 数 | 割 合 | 実 数 | 割 合 |
| 全 国 | 414,891 | 100.0 | 3,015,578 | 100.0 |
| 6 大 市 の 計 | 174,008 | 41.9 | 2,020,183 | 67.0 |
| 東京 都 の 区 部 | 103,740 | 25.0 | 1,340,779 | 14.5 |
| 横 浜 市 | 10,408 | 2.5 | 32,534 | 1.1 |
| 名 古 屋 市 | 16,392 | 4.0 | 105,193 | 3.5 |
| 京 都 市 | 6,939 | 1.7 | 32,967 | 1.1 |
| 大 阪 市 | 30,841 | 7.4 | 414,419 | 13.7 |
| 神 戸 市 | 5,688 | 1.4 | 94,291 | 3.1 |

参考文献7) pp. 199より引用

付表 2-2-3

資本階層別会社集中状況

| | | 全 国 | 東 京 都 | 大 阪 府 | 愛 知 県 |
|---------------|------------|----------------|---------------|-------------|-------------|
| 昭和 32 年 | 資本金 1 億円以上 | 1419 (10000) | 612 (4313) | 234 (1649) | 84 (592) |
| | “ 10 億円以上 | 243 (10000) | 149 (6132) | 38 (1564) | 10 (412) |
| | “ 50 億円以上 | 47 (10000) | 25 (5319) | 10 (2128) | 1 (213) |
| | 総 数 | 436867 (10000) | 117791 (2696) | 38925 (891) | 30215 (692) |
| 昭和 36 年 | 資本金 1 億円以上 | 2430 (10000) | 1109 (4564) | 368 (1514) | 140 (576) |
| | “ 10 億円以上 | 436 (10000) | 255 (5847) | 74 (1697) | 21 (482) |
| | “ 50 億円以上 | 123 (10000) | 70 (5691) | 25 (2033) | 5 (407) |
| | 総 数 | 578241 (10000) | 161394 (2791) | 55322 (957) | 37463 (648) |

参考文献7) pp. 199より引用

付 2-3

付表 2-2-4 三大都市交通圏人口推移

(単位 人口：千人，全国比：％人口密度：人／平方千米)

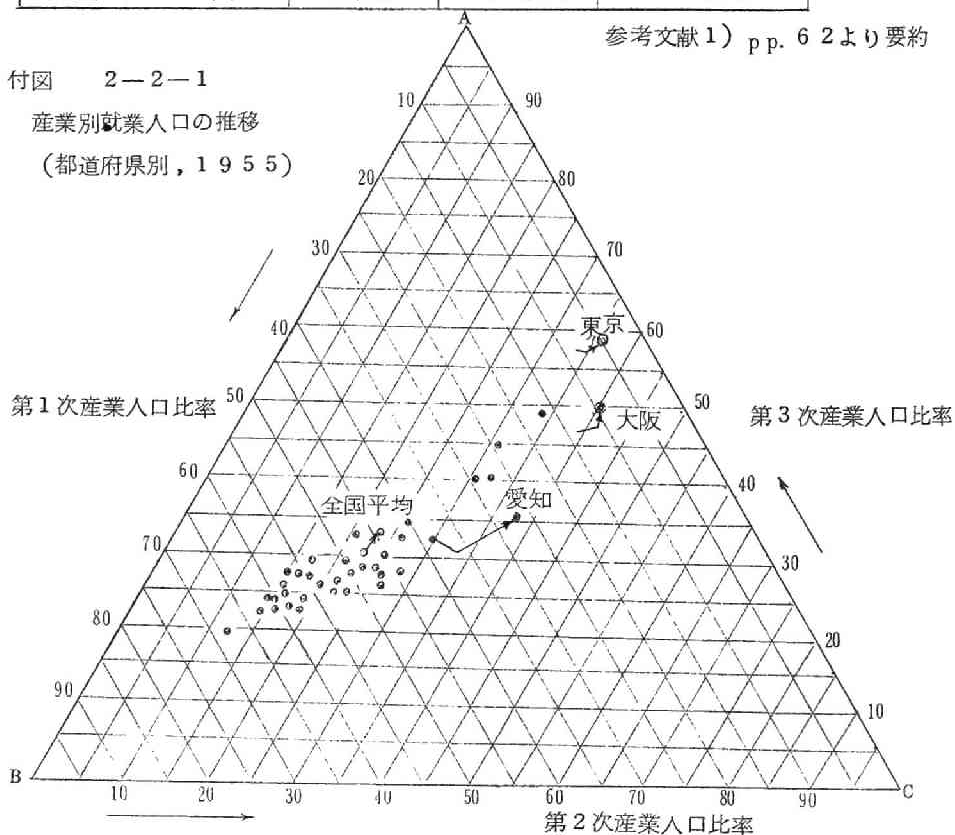
| 交 通 圏 (半径 50 km 圏) | | 人 口 | | 35 年人口密度 |
|-----------------------|---------|---------|---------|----------|
| | | 昭和 30 年 | 昭和 35 年 | |
| 首都 | 計 | 12,887 | 15,370 | 2,587 |
| | 全 国 比 | 14.5 | 16.5 | — |
| | うち東京都区部 | 6,969 | 8,310 | 14,597 |
| 京阪神 | 計 | 8,203 | 9,568 | 2,016 |
| | 全 国 比 | 9.2 | 10.2 | — |
| | うち大阪市 | 2,548 | 3,012 | 14,894 |
| 中 京 | 計 | 3,999 | 4,554 | 1,304 |
| | 全 国 比 | 4.5 | 4.8 | — |
| | うち名古屋市 | 1,337 | 1,592 | 6,365 |
| 計 全国比 | | 25,089 | 29,492 | 2,160 |
| | | 28.2 | 31.5 | — |
| 全 国 | | 89,280 | 93,420 | 396 |

参考文献 1) p p. 62 より要約

付図 2-2-1

産業別就業人口の推移

(都道府県別，1955)



参考文献 5) p p. 83 より引用

付表 2-2-5

3 大都市交通圏の都心流入人口推移

| 交 通 圏 | 昭 和 3 0 年 | | | 昭 和 3 5 年 | | | 都心流入 人口伸率 $C/A \times 100$ |
|-------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|------------------|----------------------------------|
| | 都心流入 人口 (A) | 交 通 圏 人口 (B) | $A/B \times 100$ | 都心流入 人口 (C) | 交 通 圏 人口 (D) | $C/D \times 100$ | |
| 首 都 交 通 圏 | 千人 777 | 千人 12,887 | % 6.0 | 千人 1,101 | 千人 15,370 | % 7.2 | % 142 |
| 京 阪 神 交 通 圏 | 349 | 8,203 | 4.2 | 494 | 9,568 | 5.2 | 141 |
| 中 京 交 通 圏 | 110 | 3,999 | 2.8 | 152 | 4,554 | 3.3 | 138 |
| 三大都市交通圏計 | 1,236 | 25,089 | 4.9 | 1,747 | 29,492 | 5.9 | 141 |

注) (1) 都心はつぎのとおりとした

首都：千代田，中央，港 3区

京阪神（大阪市）：東，西，南，北 4区

中京（名古屋市）：中，東 2区

(2) 流入人口は，昼間人口－夜間人口

(3) 参考文献 1) pp.63より引用

付表 2-2-6 第2・3次産業就業者数および大学高校生数の増加推移

| | 第2・3次産業 就 業 者 数 | | 大学・高校生数 | | 定 期 旅 客 輸 送 量 | | | |
|-----|--------------------|-----|---------|-----|---------------|-----|---------|-----|
| | 実数千人 | 指数 | 実数千人 | 指数 | 人 員 | | 人・キロ | |
| | | | | | 実数百万人 | 指数 | 実数億人・キロ | 指数 |
| 昭30 | 16,560 | 100 | 3,202 | 100 | 5,511 | 100 | 681.4 | 100 |
| 35 | 22,220 | 134 | 3,951 | 123 | 7,518 | 136 | 948.5 | 139 |
| 38 | 25,450 | 154 | 4,813 | 150 | 9,289 | 169 | 1,173.6 | 172 |

参考文献1) pp.30より引用

付 2-5

付表 2-2-7

首都交通圏の地区別人口の分布とその推移

| 地 区 別 | 昭和35年人口 | | 昭和15年人口を100とする人口指数 | | | |
|-----------|------------|-------|--------------------|-----|-----|-----|
| | 人口(人) | 百分比 | 22年 | 25年 | 30年 | 35年 |
| a) 都心第1圏 | 278,243 | 1.8 | 53 | 63 | 68 | 65 |
| b) 都心第2圏 | 1,258,986 | 8.2 | 44 | 61 | 77 | 84 |
| c) 周辺部第1圏 | 2,687,238 | 17.5 | 47 | 65 | 87 | 101 |
| d) 周辺部第2圏 | 4,085,560 | 26.6 | 92 | 112 | 146 | 185 |
| 区 都 小 計 | 8,310,027 | 54.1 | 62 | 79 | 102 | 123 |
| 市 部 | 814,190 | 5.3 | 141 | 157 | 189 | 234 |
| 郡 部 | 559,585 | 3.6 | 135 | 159 | 195 | 291 |
| 都 合 計 | 9,683,802 | 63.0 | 67 | 85 | 109 | 132 |
| 交通圏内の他県 | 5,724,928 | 37.0 | 114 | 127 | 146 | 172 |
| 交通圏合計 | 15,370,049 | 100.0 | 82 | 99 | 121 | 144 |

注) 地区別はつぎのとおり

a) 千代田, 中央 計2区

b) 港, 新宿, 文京, 台東 計4区

c) 墨田, 江東, 品川, 目黒, 渋谷, 中野, 豊島, 荒川 計8区

d) その他 計9区

参考文献 12) pp. 161より引用

付表 2-2-8

アメリカ主要都市の都心部における人口推移

| | 都 市 圏 | 都 心 部 |
|-----------------|---------|--------|
| ボ ル テ イ モ ア | + 21.5% | - 2.9% |
| ボ ス ト ン | + 6.5 | - 14.9 |
| シ カ ゴ | + 19.2 | - 3.0 |
| ク リ ー ブ ラ ン ド | + 21.9 | - 4.9 |
| ニ ュ ー ヨ ー ク | + 13.5 | - 2.3 |
| フ イ ラ デ ル フ ィ ア | + 17.2 | - 4.8 |
| セ ン ト ル イ ス | + 19.0 | - 12.8 |
| サ ン フ ラ ン シ ス コ | + 21.6 | - 7.1 |
| ワ シ ン ト ン | + 34.4 | - 7.0 |

参考文献 12) pp. 143より引用

付表 2-3-1

最混雑1時間の終日に対する交通量の集中比率

| | 種 別 | 路 線 名 | 昭30 | 昭35 | 昭 38 | | |
|-------|-----|-----------|-------|-------|--------------|-------|-------|
| | | | 比率(%) | 比率(%) | 通 過 人 員 (千人) | | |
| | | | | | 最混雑時 | 終 日 | 比率(%) |
| 東 京 | 国 鉄 | 京浜東北線(北行) | 18.7 | 18.7 | 67.25 | 36193 | 18.6 |
| | | 京浜東北線(南行) | 23.2 | 27.7 | 80.06 | 31678 | 25.3 |
| | | 山手線外廻り | 23.0 | 24.8 | 6663 | 28883 | 23.1 |
| | | 山手線内廻り | 23.4 | 22.5 | 63.09 | 28077 | 22.5 |
| | | 中央線(快速) | 32.1 | 44.0 | 118.25 | 33330 | 35.5 |
| | 地下線 | 銀座線 | 20.8 | 27.9 | 38.16 | 14979 | 25.5 |
| | 私 鉄 | 東横線 | 16.7 | 20.6 | 34.81 | 16998 | 20.5 |
| | | 小田急 | 22.8 | 26.5 | 39.30 | 13326 | 29.5 |
| | | 西武新宿線 | 25.0 | 22.2 | 34.74 | 11197 | 31.0 |
| | 都 電 | 有田線 | 30.0 | 17.9 | 32.4 | 2183 | 14.8 |
| 名 古 屋 | 地下鉄 | 名古屋市高速鉄道 | — | 13.8 | 16.58 | 5325 | 31.1 |
| | 私 鉄 | 名古屋鉄道線 | 24.7 | 22.3 | 30.10 | 12390 | 24.3 |
| | 市 電 | 名古屋市電 | — | 19.4 | — | — | — |
| 大 阪 | 国 鉄 | 東海道線(緩行) | 28.0 | 30.4 | 2116 | 8205 | 25.8 |
| | | 大阪環状線 | 19.1 | 18.4 | 4131 | 19935 | 20.7 |
| | 地下鉄 | 大阪市高速鉄道 | 21.7 | 21.1 | 50.34 | 23882 | 21.1 |
| | 私 鉄 | 京阪神急行 | 27.7 | 28.7 | 4128 | 14111 | 29.3 |
| | | 京阪電鉄線 | 28.3 | 20.8 | 42.87 | 14353 | 33.0 |

参考文献 11) pp. 93～102 より作成

付表 2-3-2

営団銀座線の輸送人員の推移

| 年 度 | 定 期 | | | | 定 期 外 | | | |
|------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|
| | 朝 | 夕 | その他 | 計 | 朝 | 夕 | その他 | 計 |
| 昭和26 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 昭和29 | 113 | 96 | 109 | 107 | 98 | 82 | 101 | 97 |
| 昭和31 | 134 | 110 | 121 | 121 | 90 | 82 | 92 | 90 |
| 昭和33 | 150 | 124 | 130 | 134 | 91 | 79 | 90 | 88 |
| 昭和34 | 201 | 172 | 193 | 190 | 117 | 109 | 124 | 121 |
| | (74.3) | (61.2) | (150.9) | (286.5) | (16.5) | (39.3) | (172.1) | (227.9) |

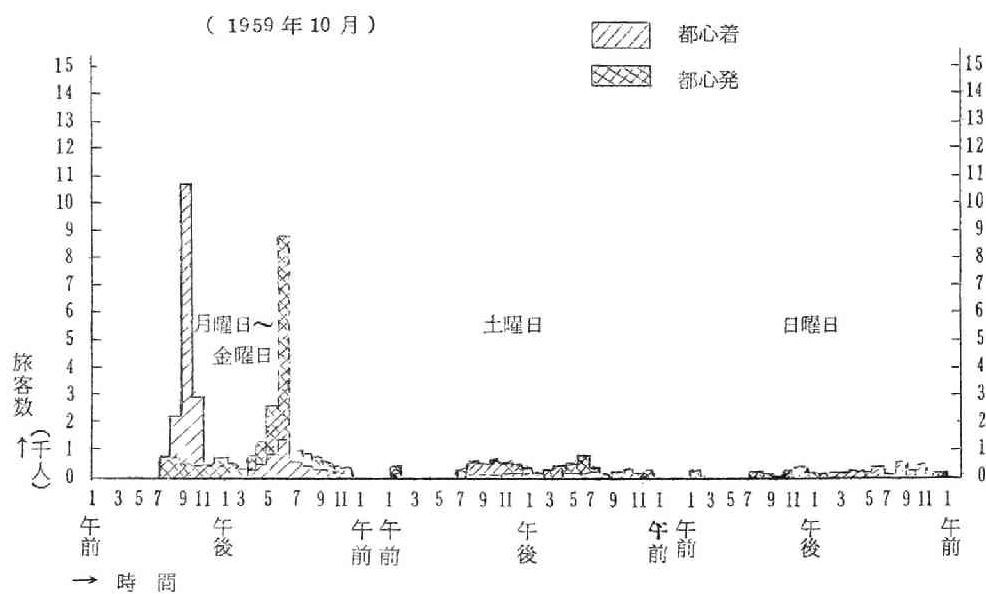
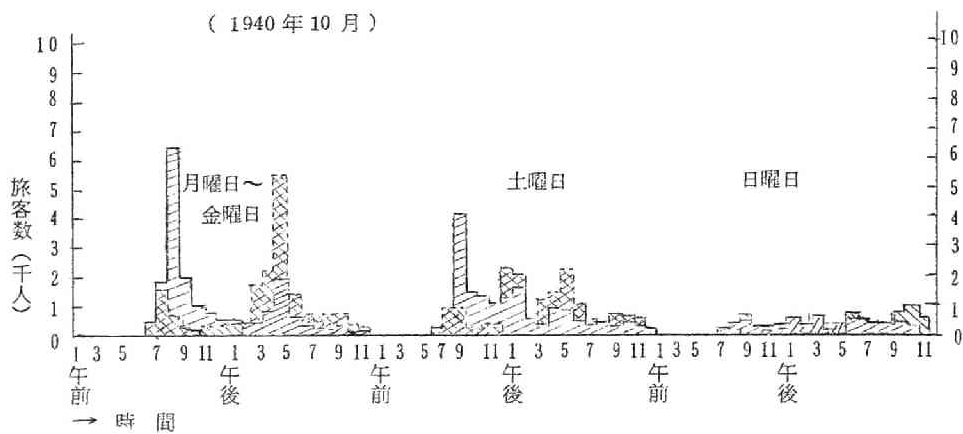
(注) ()内は：実数(単位千人)

朝：7～9時 夕：17～19時をいう。

参考文献 17) pp. 147より作成

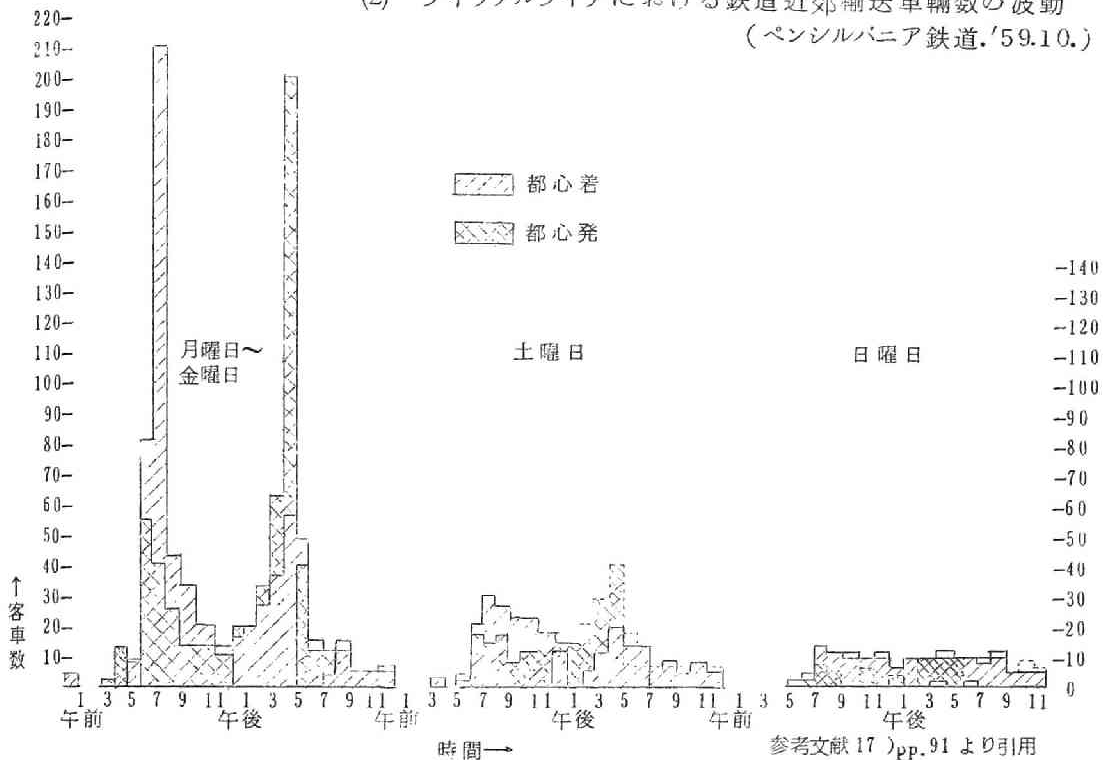
付図 2-3-1 (1)

(1) ニューヨークにおける鉄道近郊輸送量の波動（ペンシルバニア鉄道）

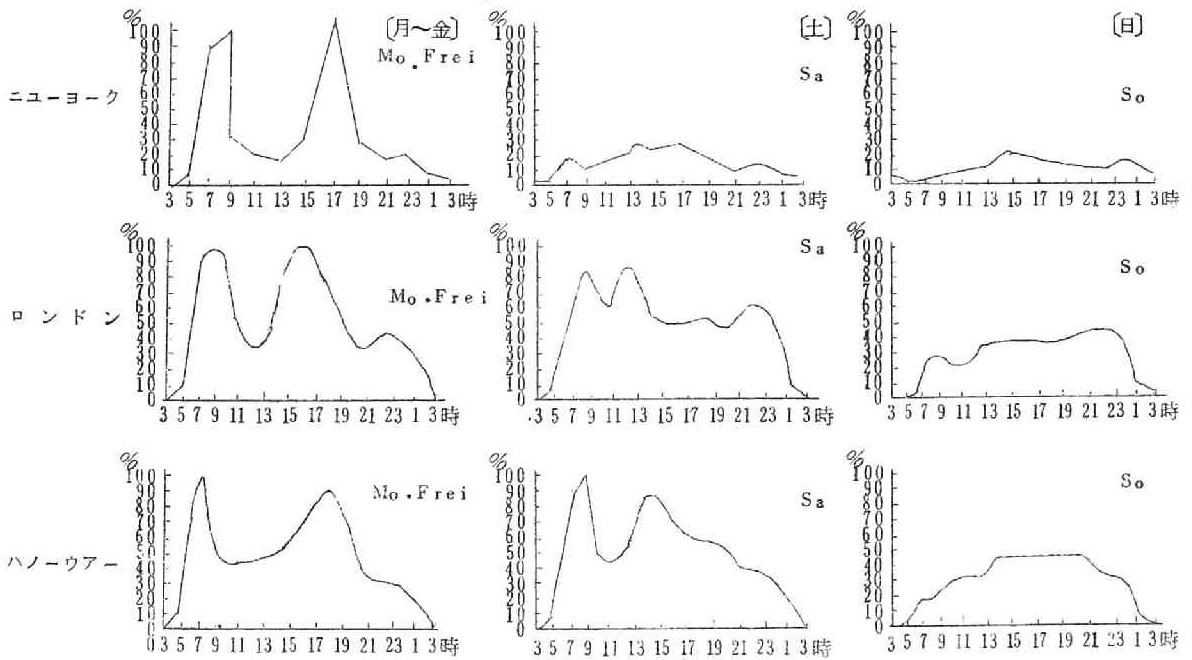


参考文献 17) pp.90 より引用

付図 2-3-1 (2)
(2) フィラデルフィアにおける鉄道近郊輸送車輛数の波動
(ペンシルバニア鉄道、'59.10.)



付図 2-3-2 曜日別、時間別旅客波動の比較



付 2-9

付表 2-4-1 高速鉄道・路面交通機関の比率の推移

| | 人 口 | | 輸 送 量 | | | | |
|------------|---------------------|-------|-----------|-----------|-------|-------|-----------|
| | | | 高 速 機 関 | | | 路面機関 | 計 |
| | 1962年 | 62/55 | 62/55 (B) | (B) / (A) | | 62/55 | 62/55 (A) |
| | | | | 1955年 | 1962年 | | |
| 東 京 | 8,613 ^{千人} | 124 | 164 | 62.8 | 65.4 | 146 | 157 |
| 大 阪 | 3,151 | 124 | 169 | 60.6 | 62.3 | 157 | 164 |
| 名 古 屋 | 1,692 | 127 | 200 | 29.4 | 32.6 | 172 | 180 |
| ロンドン | 10,222 | 103 | 98 | 25.3 | 21.3 | 73 | 79 |
| ニユー ヨーク | 7,780 | 97 | 99 | 76.6 | 75.4 | 107 | 101 |
| パ リ | 2,783 | 102 | 107 | 56.1 | 60.4 | 89 | 99 |

参考文献12) pp. 11より作成

付表 2-4-2 東京都区部の旅客輸送パタンの推移

(単位百万人)

| | | 営業用輸送機関輸送量 | | | | | | | | | | 自家用 乗用車 数 普通車 小型 | 人口 | |
|-------------|---------|-------------|-------|------|-------|-----|--------------------|------|------|-------|-------|------------------------------|-------|-----|
| | | 高 速 輸 送 機 関 | | | | | 路 面 輸 送 機 関 | | | | | | | 合 計 |
| | | 国 鉄 | 私 鉄 | 地下鉄 | 計 | 軌 道 | トロリ ー バ ス | バ ス | タクシ | 計 | | | | |
| 実 数 | 昭和 5 | 322 | 190 | 10 | 523 | 370 | — | 199 | 95 | 584 | 1,107 | 千台 | 千人 | |
| | 25 | 751 | 598 | 119 | 1469 | 479 | — | 194 | 29 | 704 | 2,171 | | 5,385 | |
| | 30 | 1,539 | 853 | 151 | 2,544 | 699 | 17 | 456 | 335 | 1,506 | 4,050 | 32 | 6,900 | |
| | 37 | 2,223 | 1,475 | 477 | 4,175 | 607 | 39 | 984 | 576 | 2,206 | 6,382 | | 8,613 | |
| 昭37/昭30 | | 144% | 173% | 316% | 164% | 87% | 229% | 210% | 172% | 146% | 157% | (512%) | 124% | |
| 昭37/昭5 | | 699 | 776 | 4770 | 796 | 104 | — | 494 | 606 | 378 | 570 | | 178 | |
| 構 成 比 | 5 | 29% | 17% | 1% | 47% | 33% | — | 11% | 9% | 53% | 100 | | | |
| | 25 | 35 | 27 | 6 | 68 | 22 | — | 9 | 1 | 32 | 100 | | | |
| | 30 | 38 | 21 | 4 | 63 | 17 | 0 | 11 | 8 | 37 | 100 | | | |
| | 37 | 35 | 23 | 7 | 65 | 9 | 1 | 15 | 9 | 35 | 100 | | | |

参考文献12) pp. 10より要約

付表 2-4-3

昭和37年度交通機関別輸送人キロ

(単位:百万人キロ)

| 機 関 | 東京都区部 | | 大 阪 市 | | 名古屋市 | | 計 | |
|------------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|
| | 人 キ ロ | 比率 | 人 キ ロ | 比率 | 人 キ ロ | 比率 | 人 キ ロ | 比率 |
| 高 速 鉄 道 | | % | | % | | % | | % |
| 国 鉄 | 32,924 | 54 | 6,642 | 26 | 3,501 | 33 | 34,068 | 44 |
| 私 鉄 | 15,188 | 55 | 14,164 | 55 | 4,112 | 38 | 33,464 | 35 |
| 地 下 鉄 | 3,062 | 5 | 1,279 | 5 | 131 | 1 | 4,472 | 4 |
| 計 | 51,174 | 84 | 22,085 | 86 | 7,745 | 72 | 81,004 | 83 |
| 路面交通機関 | | | | | | | | |
| 路 面 電 車 | 3,552 | 6 | 994 | 4 | 917 | 8 | 5,413 | 6 |
| バ ス | 3,349 | 5 | 1,518 | 6 | 1,660 | 16 | 6,527 | 7 |
| ハイヤー, タクシー | 2,938 | 5 | 1,019 | 4 | 407 | 4 | 4,364 | 4 |
| 計 | 61,013 | 16 | 3,482 | 14 | 2,984 | 28 | 16,304 | 17 |
| 総 計 | | 100 | 25,567 | 100 | 10,729 | 100 | 97,308 | 100 |

参考文献1) より引用

付表 2-4-4

ニューヨーク都心部, 交通手段別入込人員

7~10時(1960)

| | 入込人員 (単位 1,000人) | | | | |
|------------|------------------|-------|-------|-------|----------|
| | 終 日 | 7~10時 | 終 日 | 7~10時 | 7~10時/終日 |
| 合 計 | 3,349 | 1,627 | 100.0 | 100.0 | 48.6 |
| 自家用車, タクシー | 886 | 204 | 25.9 | 12.5 | 23.6 |
| バ ス | 243 | 101 | 7.3 | 6.2 | 41.4 |
| ト ラ ッ ク | 88 | 21 | 2.5 | 1.4 | 23.9 |
| 地 下 鉄 道 | 1,913 | 1,133 | 57.1 | 69.6 | 59.2 |
| 幹 線 鉄 道 | 203 | 143 | 6.1 | 8.8 | 70.4 |
| 渡 船 | 36 | 25 | 1.1 | 1.5 | 69.4 |

参考文献12) pp.114より引用

付2-11

付表 2-4-5

ロンドン都心部交通手段別入込人員 (7~10時)

| | | 入込人員 (単位 1,000人) | | 同左構成比 (%) | | 1953年と1960年の比較 | |
|------|-------|---------------------|-------|--------------|-------|----------------|--------|
| 年次 | | 1953 | 1960 | 1953 | 1960 | 人員増減 | 増減比(%) |
| 公衆交通 | 幹線鉄道 | 374 | 453 | 31.7 | 35.0 | (+ 79) | +21 |
| | 地下鉄道 | 450 | 506 | 38.2 | 39.1 | (+ 56) | +12 |
| | バス | 281 | 215 | 23.9 | 16.6 | (- 66) | -24 |
| | 計 | 1,105 | 1,174 | 93.8 | 90.7 | (+ 69) | + 6 |
| 自家用 | 四輪車 | 50 | 87 | 4.2 | 6.7 | (+ 37) | +74 |
| | 自家用車計 | 73 | 120 | 6.2 | 9.3 | (+ 47) | +64 |
| 合計 | | 1,178 | 1,294 | 100.0 | 100.0 | (+ 116) | +10 |

参考文献 12) pp. 109より引用

付表 2-4-6

利用交通機関別の通勤者数

| 規模 | 交通機関 | 徒歩のみ | 鉄道のみ | 鉄道とバス | バスのみ | 鉄道と路面車 | 路面電車のみ | 路面電車とバス | 鉄道と路面バス | 計 |
|-----|------|------|------|-------|------|--------|--------|---------|---------|-----|
| 小企業 | 実数 | 59 | 54 | 9 | 5 | 4 | 0 | 2 | 0 | 133 |
| | % | 44 | 41 | 7 | 4 | 3 | 0 | 1 | 0 | 100 |
| 中企業 | 実数 | 36 | 22 | 101 | 29 | 1 | 0 | 1 | 2 | 192 |
| | % | 19 | 12 | 52 | 16 | 0 | 0 | 0 | 1 | 100 |
| 大企業 | 実数 | 111 | 260 | 82 | 28 | 35 | 15 | 2 | 2 | 535 |
| | % | 21 | 49 | 16 | 5 | 6 | 3 | 0 | 0 | 100 |
| 全体 | 実数 | 206 | 336 | 192 | 62 | 40 | 15 | 5 | 4 | 860 |
| | % | 24 | 39 | 22 | 7 | 5 | 2 | 1 | 0 | 100 |

参考文献 12) pp. 87より引用

第 3 章

付 図 ・ 付 表

付 3-1

付表 3-2-1

本社業務のための接触状況

| 接 触 状 況 業 種 | (官庁関係) | | (協会その他) | | (宣伝広告関係) | |
|----------------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| | 回 答 社 数 | 関係 省庁 延べ 数 | 回 答 社 数 | 関係 機関 延べ 数 | 回 答 社 数 | 関係 会社 延べ 数 |
| 鉱業 | 7 | 21 | 4 | 12 | 0 | 0 |
| 建設業 | 10 | 37 | 2 | 9 | 4 | 16 |
| 食品 | 15 | 60 | 9 | 19 | 13 | 32 |
| 繊維工業 | 10 | 31 | 10 | 19 | — | 15 |
| 紙パルプ | 6 | 18 | 4 | 16 | 2 | 5 |
| 化学工業 | 25 | 81 | 18 | 47 | 18 | 31 |
| 石油ゴム工業 | 6 | 16 | 5 | 10 | 5 | 15 |
| 窯業 | 4 | 17 | 3 | 7 | 2 | 4 |
| 鉄鋼業 | 15 | 46 | 10 | 28 | 12 | 31 |
| 非鉄金属 | 8 | 25 | 4 | 7 | 3 | 3 |
| 機械工業 | 9 | 35 | 6 | 23 | 7 | 23 |
| 電気機器 | 14 | 47 | 8 | 17 | 5 | 13 |
| 輸送用機器 | 16 | 58 | 12 | 41 | 12 | 34 |
| 精密機器 | 6 | 18 | 4 | 6 | 3 | 4 |
| その他 | 3 | 6 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 商業 | 7 | 24 | 4 | 12 | 6 | 9 |
| 計 | 161 | 540 | 103 | 273 | 93 | 236 |
| 一社あたり平均 | 3.35 | | 2.65 | | 2.54 | |

参考文献7) pp. 122～131より作成

付表 3 - 2 - 2

主な接触官庁としてあげた会社数

| | | | |
|------------------------|-------|-------|-----|
| 通 産 | 1 2 8 | 外 務 | 2 5 |
| 大 蔵 | 8 9 | 経 企 | 2 3 |
| 農 林 | 4 5 | 都 庁 | 2 1 |
| 運 輸 | 2 7 | 国 税 庁 | 1 9 |
| 建 設 | 2 6 | 厚 生 省 | 1 7 |
| その他計 17 省庁・公団・公社 106 社 | | | |

参考文献 7) p p. 122~131より作成

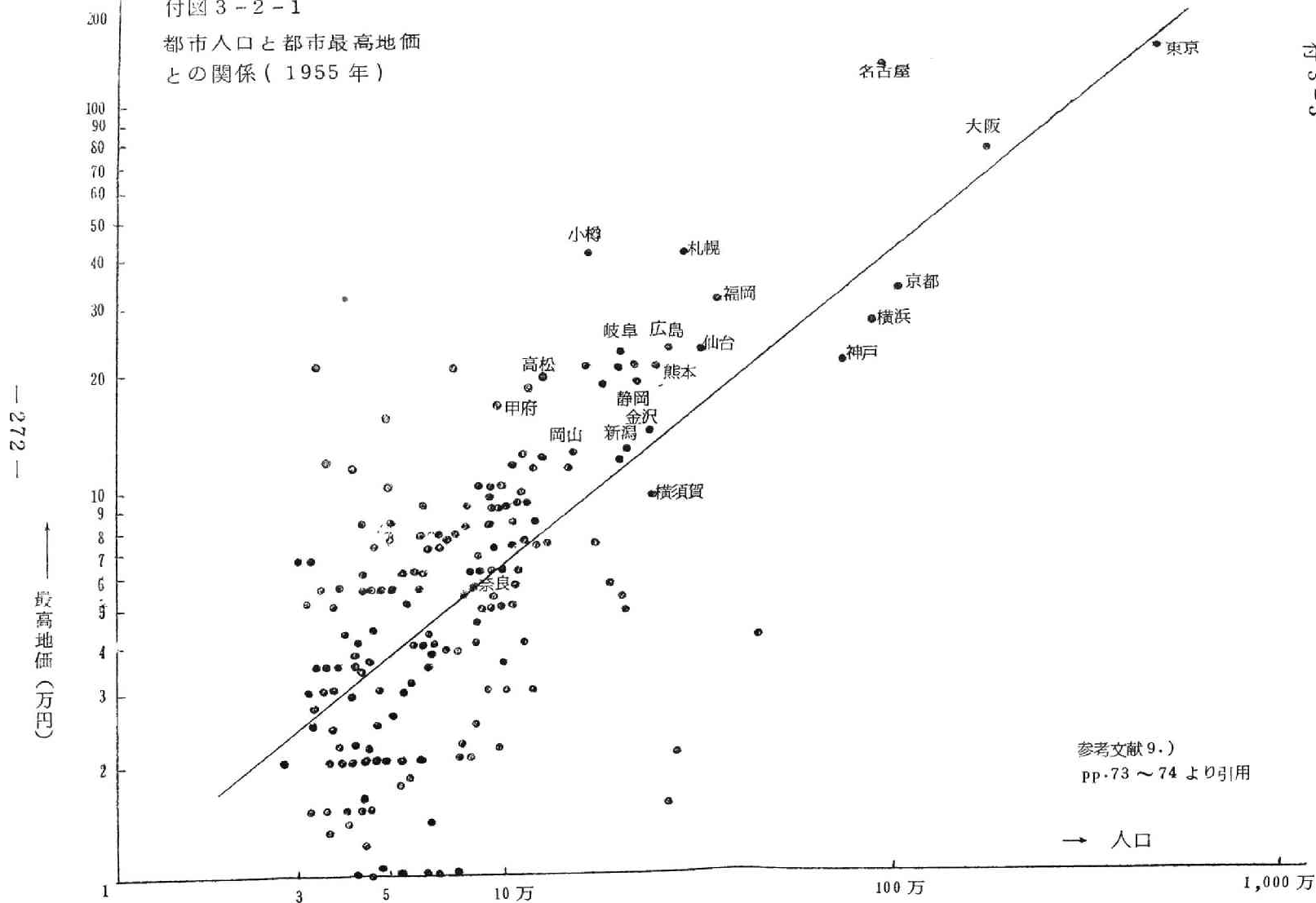
付表 3 - 2 - 3

事業所の移転先選定条件の比重

| | 取引・交通 の便 | 良 環 境 | 本社系 列 会社に近い | そ の 他 | 合 計 | |
|-------------------|-------------|-------|----------------|-------|--------|---------|
| | | | | | 比 率 | 件 数 |
| 都 心 内 部 移 動 | 6 7.0% | 9.2% | 5.4% | 8.4% | 1 0 0% | 2 6 1 件 |
| その他の地区 都 心 | 7 0.9 | 1.3 | 5.1 | 2 2.7 | 1 0 0 | 7 9 |
| 都 心 新 設 | 7 1.2 | 3.0 | 9.1 | 1 6.7 | 1 0 0 | 6 6 |
| 副 都 心 内 部 移 動 | 6 3.6 | 4.5 | 0.0 | 3 1.8 | 1 0 0 | 2 2 |
| その他の地区 副 都 心 | 1 0 0.0 | 0 | 0 | 0 | 1 0 0 | 1 3 |
| 副 都 心 新 設 | 6 1.9 | 1 4.3 | 0 | 2 3.8 | 1 0 0 | 2 1 |
| その他の地区 内 部 移 動 | 6 6.0 | 1 6.8 | 2.3 | 1 4.9 | 1 0 0 | 3 0 9 |
| 都 心 その他の地区 | 6 1.6 | 1 4.3 | 2.3 | 2 1.4 | 1 0 0 | 1 1 2 |
| 副 都 心 その他の地区 | 3 1.3 | 1 8.8 | 0 | 5 0.0 | 1 0 0 | 1 6 |

注) 副都心→都心、および都心→副都心は、いずれも 1 件ずつのため省略

付図 3-2-1
都市人口と都市最高地価
との関係 (1955 年)



付表 3-2-4 東京に本社を有する東証才 1 部・才 2 部
上場会社の区別本社分布状況 (38年12月末)

| 資本金 階層別 区 別 | | 才 1 部 | | | | | | | 才 2 部 | | | | | | |
|--------------------------|----|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|--------|-----|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------|---|
| | | 資 本 金 階 層 別 | | | | | 計 | | 資 本 金 階 層 別 | | | | | 計 | |
| | | 5 億 以下 | 10 億 以下 | 50 億 以下 | 100 億 以下 | 100 億 以上 | 社 数 | % | 2 億 以下 | 5 億 以下 | 10 億 以下 | 50 億 以下 | 50 億 以上 | 社 数 | % |
| 千 代 田 区 | 3 | 22 | 74 | 18 | 24 | 141 | 35.5 | 26 | 39 | 9 | 7 | 5 | 86 | 21.4 | |
| 中 央 区 | 8 | 27 | 93 | 22 | 4 | 154 | 38.8 | 33 | 58 | 13 | 5 | 1 | 110 | 27.4 | |
| 港 区 | 2 | 6 | 21 | 4 | 5 | 38 | 9.6 | 11 | 16 | 8 | 6 | 0 | 41 | 10.2 | |
| 三 区 小 計 | 13 | 55 | 188 | 44 | 33 | 333 | 83.9 | 70 | 113 | 30 | 18 | 6 | 237 | 59.0 | |
| 新 宿 区 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 1.3 | 8 | 11 | 1 | 1 | 0 | 21 | 5.2 | |
| 澁 谷 区 | 3 | 1 | 7 | 1 | 0 | 12 | 3.0 | 5 | 9 | 0 | 0 | 0 | 14 | 3.5 | |
| 豊 島 区 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 4 | 1.0 | |
| その他の17区 | 2 | 16 | 23 | 4 | 1 | 46 | 11.5 | 51 | 58 | 11 | 5 | 0 | 125 | 31.3 | |
| 計 | 18 | 72 | 224 | 49 | 34 | 397 | 100.0 | 135 | 193 | 43 | 24 | 6 | 401 | 100.0 | |

参考文献 6) pp. 51 ~ 56 より作成

付 3 - 5

付表 3 - 2 - 5

全 建 築 件 数 表 (昭 25.6 ~ 昭 37.6)

| 期 | 期 間 | 用途 月数 | 事 務 所 | 店 舗 | 住 宅 | そ の 他 | 計 |
|-------|------------------|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| ※ 1 期 | 昭 25.6 ~ 28.1 | 31 | 161 (28.2%) | 40 (7.0%) | 135 (23.7%) | 234 (41.1%) | 570 (100%) |
| ※ 2 期 | 28.2 ~ 31.11 | 46 | 454 (21.9%) | 134 (6.5%) | 537 (25.9%) | 951 (45.8%) | 2076 (100%) |
| ※ 3 期 | 31.12 ~ 33.10 | 23 | 575 (33.8%) | 242 (14.3%) | 311 (18.3%) | 570 (33.5%) | 1698 (100%) |
| ※ 4 期 | 33.11 ~ 35.6 | 20 | 817 (35.2%) | 378 (16.3%) | 406 (16.5%) | 720 (31.0%) | 2321 (100%) |
| ※ 5 期 | 35.7 ~ 37.6 | 24 | 1035 (38.4%) | 341 (12.6%) | 445 (16.5%) | 875 (32.4%) | 2697 (100%) |
| 計 | 25.6 ~ 37.6 | 144 | 3042 (32.5%) | 1135 (12.1%) | 1835 (19.6%) | 3350 (35.7%) | 9362 (100%) |

付表 3 - 3 - 1

就業人口需要地に対する通勤 O D 表

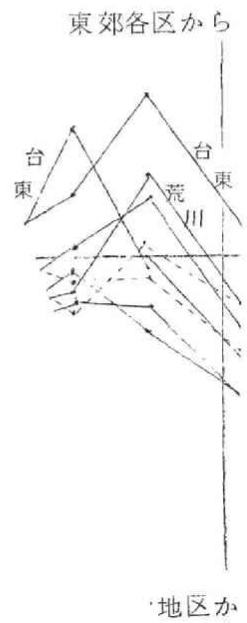
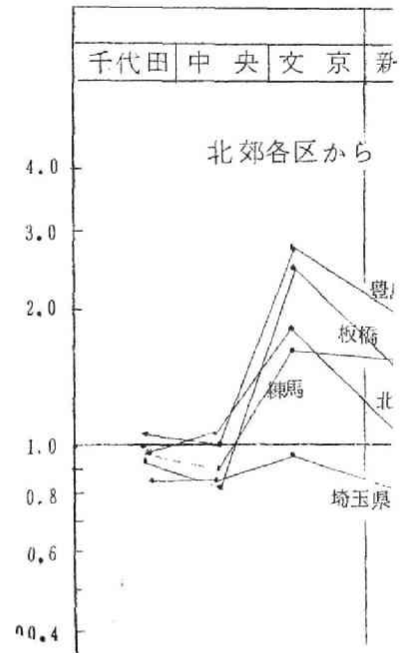
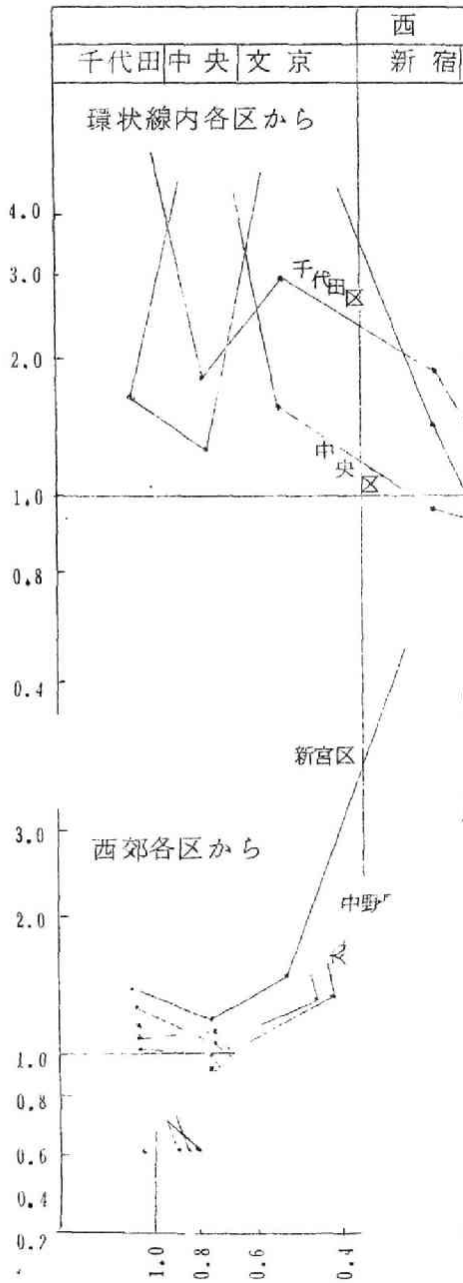
| 流入 流出 j i | | 環 状 線 内 | | | 西 | | 北 | 東 | 南 | | | | 東 京 圏 内 他 | 35 年 計 |
|---------------------|------|---------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|-----------|---------|
| | | 千代田区 | 中央区 | 文京区 | 新宿区 | 渋谷区 | 豊島区 | 台東区 | 港区 | 品川区 | 大田区 | 神奈川県 | | |
| 環状線内 | 千代田区 | - | 3.5 | 1.6 | 1.5 | 0.5 | 0.5 | 0.9 | 1.9 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 3.1 | 14.6 |
| | 中央区 | 5.0 | - | 1.0 | 0.9 | 0.5 | 0.4 | 1.1 | 2.3 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 4.5 | 17.2 |
| | 文京区 | 20.1 | 11.7 | - | 5.4 | 1.4 | 3.6 | 5.1 | 4.7 | 0.9 | 0.7 | 1.3 | 12.7 | 67.6 |
| 西 | 新宿区 | 29.5 | 19.1 | 6.7 | - | 5.9 | 5.3 | 3.4 | 9.6 | 2.5 | 1.7 | 2.4 | 23.0 | 109.1 |
| | 渋谷区 | 18.1 | 14.1 | 2.6 | 9.4 | - | 2.0 | 1.9 | 10.8 | 3.3 | 1.9 | 2.7 | 19.5 | 86.3 |
| | 世田谷区 | 40.1 | 28.8 | 5.0 | 13.8 | 18.7 | 3.6 | 3.3 | 21.1 | 9.1 | 7.2 | 11.4 | 34.5 | 196.6 |
| | 中野区 | 27.5 | 17.0 | 4.5 | 17.9 | 6.3 | 4.0 | 2.8 | 8.7 | 2.4 | 1.6 | 2.2 | 26.3 | 121.2 |
| | 杉並区 | 41.3 | 26.1 | 5.4 | 16.5 | 8.1 | 3.7 | 3.4 | 13.1 | 3.1 | 2.0 | 3.0 | 37.5 | 163.2 |
| | 練馬区 | 16.9 | 11.4 | 5.9 | 7.8 | 2.3 | 9.4 | 2.8 | 5.1 | 1.5 | 0.9 | 1.1 | 26.0 | 91.1 |
| 北 | 豊島区 | 20.8 | 15.6 | 11.1 | 10.0 | 3.0 | - | 5.2 | 6.8 | 1.9 | 1.3 | 1.7 | 28.7 | 106.1 |
| | 北区 | 20.3 | 16.4 | 8.1 | 5.5 | 1.9 | 7.5 | 8.7 | 7.6 | 1.9 | 1.5 | 1.8 | 31.8 | 113.0 |
| | 板橋区 | 16.0 | 10.5 | 8.6 | 6.0 | 2.2 | 11.9 | 3.6 | 4.9 | 1.6 | 1.0 | 1.1 | 22.4 | 89.8 |
| | 埼玉県 | 32.1 | 24.1 | 7.6 | 8.6 | 3.4 | 12.3 | 13.8 | 11.9 | 3.3 | 2.3 | - | 81.8 | 201.2 |
| | 荒川区 | 7.2 | 6.7 | 3.2 | 1.7 | 0.6 | 1.7 | 9.1 | 3.2 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 16.2 | 51.6 |
| 東 | 台東区 | 9.0 | 8.5 | 3.9 | 2.0 | 0.8 | 1.3 | - | 3.2 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 13.2 | 44.1 |
| | 墨田区 | 6.5 | 6.1 | 2.1 | 1.1 | 0.5 | 0.5 | 5.2 | 2.0 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 15.0 | 40.5 |
| | 江東区 | 8.1 | 13.8 | 1.9 | 1.4 | 0.6 | 0.5 | 2.6 | 3.1 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 16.3 | 50.5 |
| | 足立区 | 9.3 | 8.4 | 2.8 | 1.7 | 0.7 | 1.6 | 10.1 | 3.7 | 1.0 | 0.7 | 0.7 | 29.5 | 70.2 |
| | 葛飾区 | 10.2 | 8.9 | 2.3 | 1.7 | 0.7 | 1.2 | 6.8 | 3.7 | 0.9 | 0.7 | 0.8 | 37.7 | 75.6 |
| | 江戸川区 | 9.4 | 8.8 | 1.9 | 1.7 | 0.7 | 0.6 | 3.7 | 3.1 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 36.6 | 67.7 |
| | 茨城県 | 3.6 | 2.2 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 0.6 | 2.0 | 1.4 | 0.4 | 0.4 | - | 7.1 | 19.7 |
| | 千葉県 | 27.2 | 21.9 | 5.3 | 4.3 | 1.7 | 1.8 | 10.2 | 8.3 | 1.9 | 1.4 | - | 62.1 | 146.1 |
| | 港区 | 12.7 | 12.5 | 1.5 | 2.5 | 3.2 | 0.9 | 1.2 | - | 3.4 | 1.9 | 2.4 | 7.8 | 50.0 |
| | 品川区 | 15.3 | 15.4 | 1.9 | 3.3 | 3.8 | 1.1 | 1.9 | 18.3 | - | 14.1 | 8.0 | 16.3 | 99.4 |
| 南 | 目黒区 | 15.0 | 12.5 | 2.7 | 4.3 | 7.8 | 1.3 | 1.5 | 12.9 | 10.1 | 5.3 | 5.9 | 13.6 | 92.9 |
| | 大田区 | 23.0 | 20.4 | 2.6 | 4.3 | 4.5 | 1.5 | 2.6 | 20.3 | 22.0 | - | 24.1 | 19.3 | 144.6 |
| | 神奈川県 | 47.5 | 35.1 | 5.4 | 9.7 | 8.7 | 2.7 | 4.3 | 29.2 | 18.1 | 40.9 | - | 39.9 | 241.5 |
| 都 下 市 部 | | 27.8 | 16.4 | 3.7 | 12.3 | 6.4 | 2.5 | 2.3 | 8.6 | 2.7 | 1.9 | 10.2 | 96.0 | 190.8 |
| 都 下 郡 部 | | 15.6 | 9.2 | 2.8 | 9.1 | 3.3 | 3.5 | 1.6 | 5.6 | 1.7 | 1.0 | 3.0 | 80.0 | 136.4 |
| 山梨・静岡・栃木 群馬・長野県計 | | 3.5 | 2.1 | 0.8 | 1.1 | 0.6 | 0.6 | 1.5 | 1.3 | 0.5 | 0.5 | - | 8.8 | 21.3 |
| 35 年 計 | | 538.5 | 407.2 | 113.9 | 166.5 | 99.1 | 87.9 | 122.6 | 236.4 | 98.4 | 94.6 | 88.7 | 866.1 | 2,919.9 |

付 3-7

付表 3-3-2 就業人口需要地に対する流入比率 $m p^{n'}$

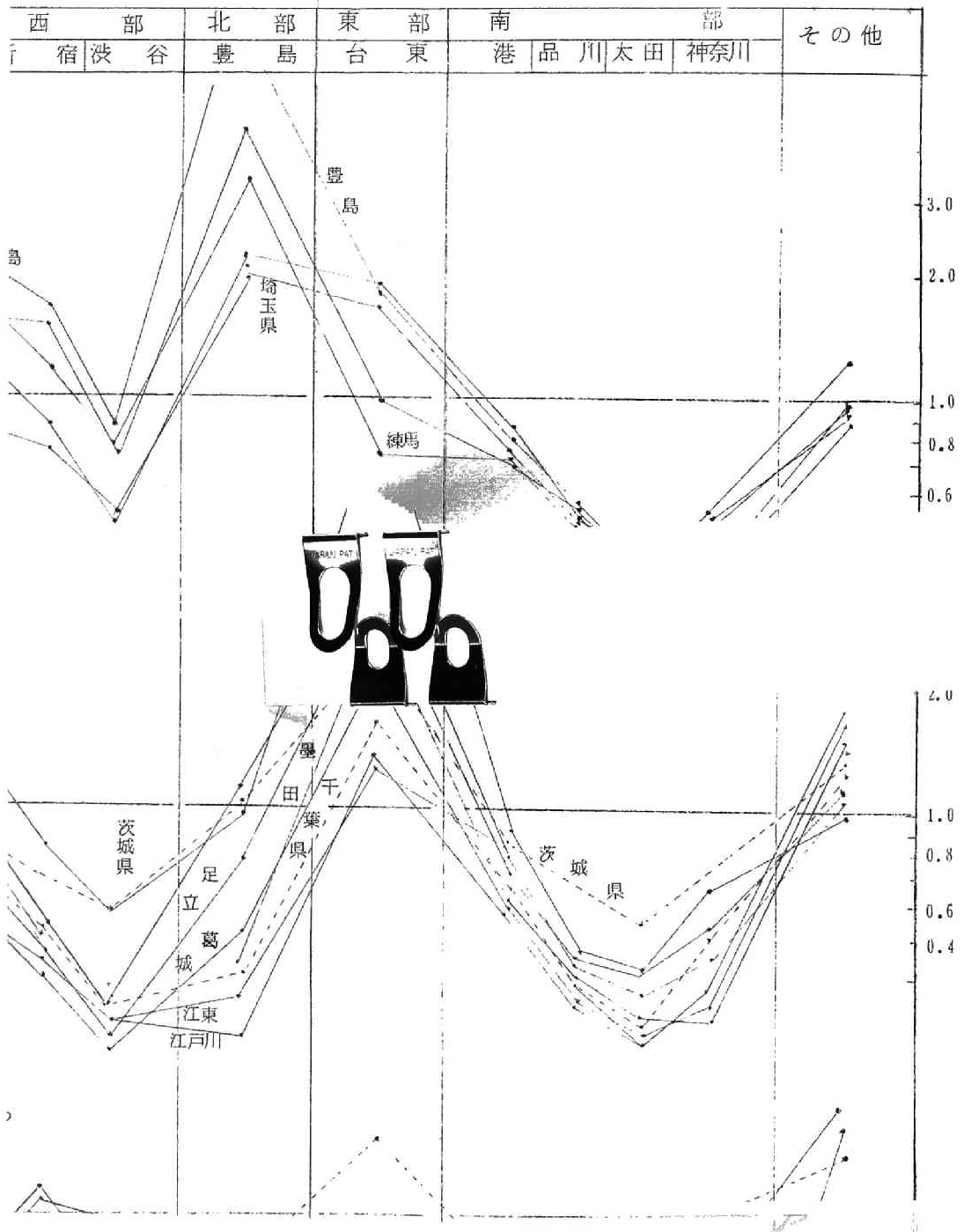
| 流入 流出 | | 千代田区 | 中央 | 文京 | 新宿 | 渋谷 | 豊島 | 台東 | 港 | 品川 | 大田 | 神奈川 | その他 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 環状線内 | 千代田 | — | 1.74 | 2.90 | 1.84 | 1.00 | 1.12 | 1.48 | 1.60 | 0.68 | 0.54 | 1.12 | 0.72 |
| | 中央 | 1.57 | — | 1.54 | 0.93 | 0.81 | 0.75 | 1.51 | 1.66 | 0.81 | 0.66 | 1.13 | 0.88 |
| | 文京 | 1.61 | 1.24 | — | 1.40 | 0.62 | 1.76 | 1.80 | 0.85 | 0.40 | 0.34 | 0.62 | 0.64 |
| 西部 | 新宿 | 1.47 | 1.25 | 0.58 | — | 1.58 | 1.60 | 0.73 | 1.09 | 0.69 | 0.49 | 0.72 | 0.73 |
| | 渋谷 | 1.14 | 1.17 | 0.77 | 1.90 | — | 0.79 | 0.53 | 1.55 | 1.14 | 0.69 | 1.04 | 0.76 |
| | 世田谷 | 1.11 | 1.05 | 0.66 | 1.23 | 3.56 | 0.61 | 0.40 | 1.33 | 1.37 | 1.12 | 1.91 | 0.60 |
| | 中野 | 1.23 | 1.01 | 0.95 | 2.59 | 1.54 | 1.10 | 0.56 | 0.87 | 0.58 | 0.41 | 0.61 | 0.73 |
| | 杉並 | 1.37 | 1.15 | 0.85 | 1.78 | 1.46 | 0.75 | 0.50 | 1.00 | 0.57 | 0.39 | 0.60 | 0.78 |
| 北部 | 練馬 | 1.00 | 0.89 | 1.65 | 1.50 | 0.74 | 3.42 | 0.72 | 0.69 | 0.48 | 0.30 | 0.39 | 0.96 |
| | 豊島 | 1.05 | 1.05 | 2.69 | 1.66 | 0.84 | — | 0.86 | 0.89 | 0.53 | 0.37 | 0.51 | 0.92 |
| | 北区 | 0.98 | 1.05 | 1.85 | 0.86 | 0.50 | 2.20 | 1.84 | 0.63 | 0.50 | 0.40 | 0.51 | 0.94 |
| | 板橋 | 0.96 | 0.84 | 2.46 | 1.17 | 0.73 | 4.42 | 0.96 | 0.78 | 0.52 | 0.34 | 0.39 | 0.84 |
| | 埼玉県 | 0.87 | 0.86 | 0.97 | 0.75 | 0.50 | 2.04 | 1.63 | 0.73 | 0.49 | 0.35 | — | 1.20 |
| 東部 | 荒川 | 0.76 | 0.93 | 1.56 | 0.57 | 0.34 | 1.10 | 4.20 | 0.77 | 0.42 | 0.36 | 0.43 | 1.05 |
| | 台東 | 1.11 | 1.39 | 2.28 | 0.80 | 0.56 | 0.97 | — | 0.89 | 0.45 | 0.42 | 0.65 | 1.01 |
| | 墨田 | 0.86 | 1.07 | 1.35 | 0.49 | 0.35 | 0.42 | 3.03 | 0.60 | 0.38 | 0.28 | 0.50 | 1.24 |
| | 江東 | 0.87 | 1.96 | 0.95 | 0.50 | 0.35 | 0.35 | 1.24 | 0.76 | 0.43 | 0.41 | 0.50 | 1.01 |
| | 足立 | 0.73 | 0.86 | 1.03 | 0.44 | 0.28 | 0.74 | 3.44 | 0.65 | 0.40 | 0.32 | 0.32 | 1.42 |
| | 葛飾 | 0.73 | 0.84 | 0.79 | 0.39 | 0.26 | 0.51 | 2.10 | 0.60 | 0.35 | 0.29 | 0.34 | 1.68 |
| | 江戸川 | 0.75 | 0.93 | 0.77 | 0.44 | 0.30 | 0.28 | 1.32 | 0.57 | 0.35 | 0.28 | 0.37 | 1.77 |
| | 茨城県 | 1.00 | 0.78 | 1.06 | 0.68 | 0.57 | 1.03 | 2.43 | 0.84 | 0.65 | 0.54 | — | 1.37 |
| | 千葉県 | 1.01 | 1.07 | 0.93 | 0.51 | 0.34 | 0.40 | 1.66 | 0.71 | 0.39 | 0.30 | — | 1.43 |
| 南部 | 港区 | 1.38 | 1.80 | 0.78 | 0.88 | 1.91 | 0.60 | 0.59 | — | 2.00 | 1.19 | 1.57 | 0.53 |
| | 品川 | 0.83 | 1.11 | 0.49 | 0.59 | 1.12 | 0.37 | 0.46 | 2.27 | — | 4.36 | 2.63 | 0.55 |
| | 目黒 | 0.88 | 0.97 | 0.75 | 0.81 | 2.48 | 0.49 | 0.37 | 1.72 | 3.22 | 1.77 | 2.10 | 0.83 |
| | 大田 | 0.86 | 1.01 | 0.47 | 0.52 | 0.92 | 0.33 | 0.42 | 1.73 | 4.53 | — | 5.49 | 0.45 |
| | 神奈川県 | 1.07 | 1.04 | 0.57 | 0.71 | 1.06 | 0.37 | 0.42 | 1.49 | 2.23 | 5.24 | — | 0.56 |
| その他5県 | | 0.89 | 0.67 | 0.84 | 0.99 | 0.69 | 0.78 | 1.56 | 0.75 | 0.84 | 0.88 | — | 1.43 |
| 都下市部 | | 0.79 | 0.62 | 0.50 | 1.13 | 0.99 | 0.43 | 0.29 | 0.55 | 0.42 | 0.31 | 0.18 | 1.69 |
| 都下郡部 | | 0.62 | 0.48 | 0.53 | 1.17 | 0.71 | 0.85 | 0.28 | 0.51 | 0.37 | 0.23 | 0.72 | 1.98 |

付図 3

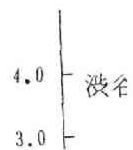
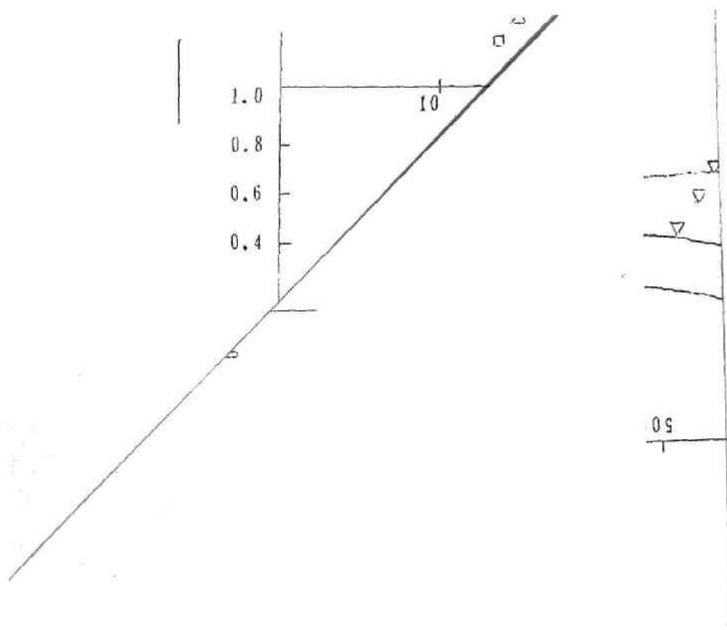
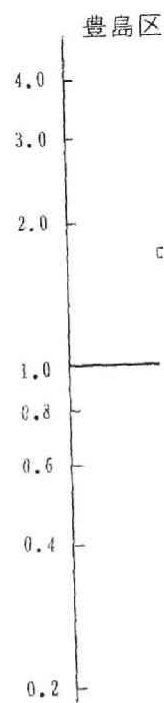
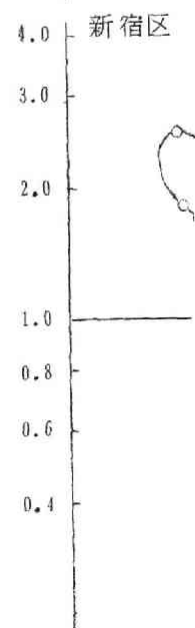
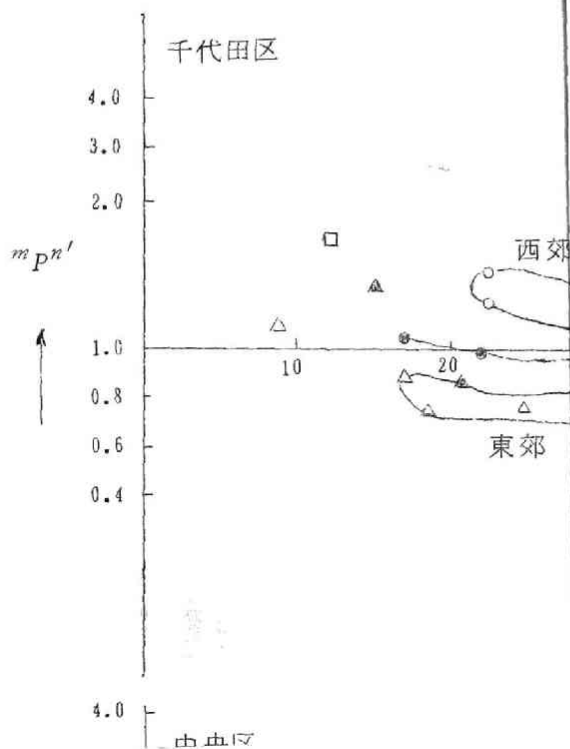


(2) 北 郊 ・ 東 郊 ・ そ の 他 地 域

流 入 目 的 地 域

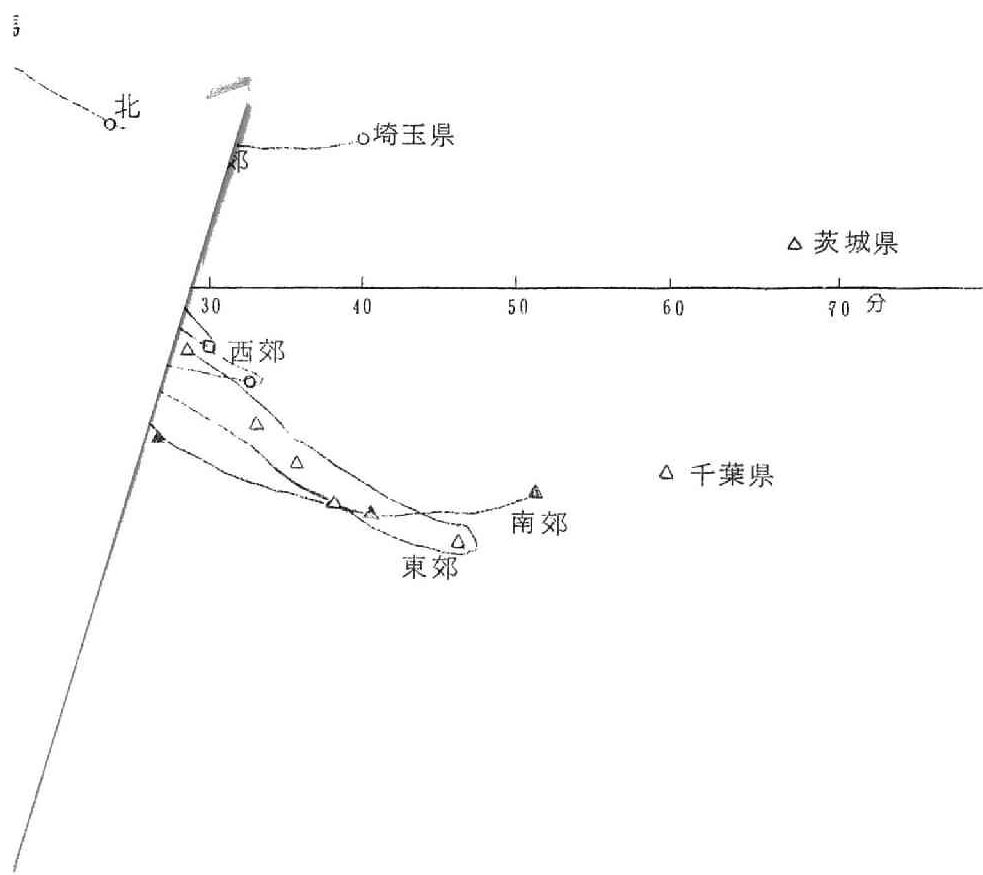
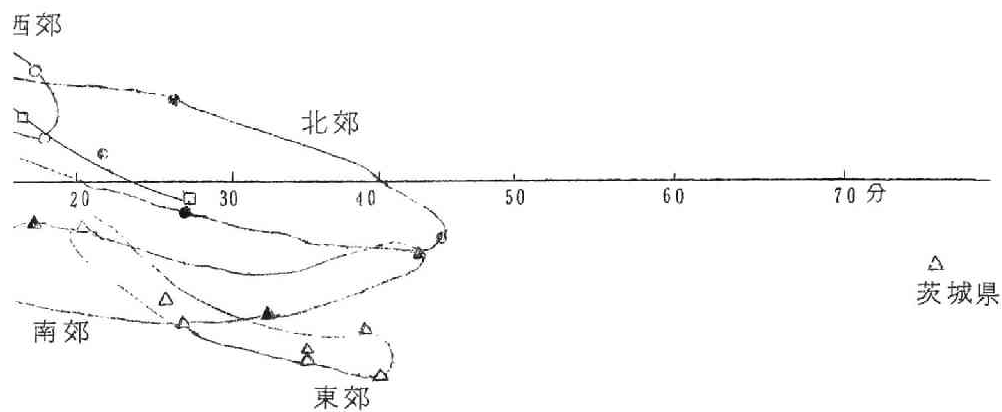


所要時分と'



関係

付図 3 - 3 - 2
(2)



第 4 章

付 図 ・ 付 表

付 4-1

付表 4-2-1 ズーン別夜間人口表 (P_i^n - 表)

(単位 人)

| 時 分 圏 | | 夜 間 人 口 P_i^n | | | | |
|---------|-----|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 年度 | 25 | 30 | 35 | 36 | 37 |
| 20 ~ 30 | E | 383,991 | 472,595 | 552,134 | 562,537 | 616,102 |
| | N | 229,572 | 258,434 | 294,504 | 299,834 | 309,335 |
| | W | 304,354 | 403,022 | 436,778 | 459,806 | 473,345 |
| | S | 331,786 | 438,538 | 490,321 | 499,435 | 516,353 |
| | 小 計 | 1,249,703 | 1,572,589 | 1,773,797 | 1,821,612 | 1,915,135 |
| 30 ~ 40 | E | 181,426 | 211,344 | 259,778 | 269,172 | 284,069 |
| | N | 307,843 | 392,734 | 433,178 | 452,488 | 476,498 |
| | W | 512,263 | 625,211 | 719,969 | 743,185 | 749,621 |
| | S | 592,364 | 738,363 | 847,714 | 874,221 | 893,759 |
| | 小 計 | 1,593,896 | 1,967,652 | 2,200,639 | 2,339,066 | 2,403,947 |
| 40 ~ 50 | E | 126,517 | 140,560 | 165,404 | 163,278 | 171,802 |
| | N | 150,000 | 177,000 | 186,998 | 197,912 | 211,198 |
| | W | 367,111 | 489,207 | 670,679 | 706,863 | 748,665 |
| | S | 345,404 | 416,220 | 496,745 | 513,764 | 532,494 |
| | 小 計 | 989,032 | 1,159,493 | 1,519,826 | 1,581,817 | 1,664,159 |
| 50 ~ 60 | E | 107,049 | 139,532 | 167,904 | 175,201 | 181,305 |
| | N | 63,354 | 68,084 | 73,167 | 78,788 | 81,374 |
| | W | 227,437 | 282,963 | 369,359 | 393,388 | 422,061 |
| | S | 236,907 | 282,290 | 330,824 | 351,292 | 373,337 |
| | 小 計 | 634,747 | 772,869 | 941,254 | 998,669 | 1,058,077 |
| 60 ~ 70 | E | 49,616 | 63,445 | 76,965 | 78,332 | 80,456 |
| | N | 22,679 | 24,882 | 24,700 | 25,145 | 25,442 |
| | W | 103,612 | 120,793 | 167,840 | 180,471 | 191,756 |
| | S | 140,569 | 157,283 | 179,233 | 190,211 | 202,642 |
| | 小 計 | 316,476 | 366,403 | 448,738 | 474,159 | 500,296 |
| 70 ~ 80 | E | 53,562 | 59,119 | 71,945 | 74,609 | 80,403 |
| | N | 8,122 | 8,170 | 88,596 | 8,704 | 8,843 |
| | W | 63,078 | 76,098 | 102,240 | 106,750 | 114,887 |
| | S | 73,410 | 82,139 | 90,461 | 97,689 | 105,827 |
| | 小 計 | 198,172 | 225,526 | 350,608 | 366,096 | 389,555 |
| 計 | E | 902,161 | 299,064 | 1,294,130 | 1,323,129 | 1,414,137 |
| | N | 781,570 | 1,081,595 | 1,098,569 | 1,441,215 | 1,192,285 |
| | W | 1,577,855 | 1,002,842 | 2,456,865 | 2,585,764 | 2,700,335 |
| | S | 1,720,440 | 2,114,839 | 2,455,298 | 2,526,612 | 2,624,412 |
| | 合 計 | 4,982,026 | 6,201,570 | 7,294,862 | 7,581,419 | 7,931,169 |

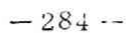
付表 4-2-2 $\alpha_i^n, \beta_i^n, \gamma_i^n, \delta_i^n$ - 表 (1)

| 時 分 圈 | | $P_i^n / P_i^{25} = \alpha_i^n$ | | | | $\alpha_i^n \frac{\sum_{i \in R} P_i^n}{\sum_{i \in R} P_i^{25}} = \beta_i^n$ | | | |
|---------|-----|---------------------------------|------|------|------|---|------|------|------|
| | 年度 | 30 | 35 | 36 | 37 | 30 | 35 | 36 | 37 |
| 20 ~ 30 | E | 1.23 | 1.44 | 1.46 | 1.60 | 1.02 | 1.00 | 0.99 | 1.02 |
| | N | 1.13 | 1.28 | 1.31 | 1.35 | 0.97 | 0.99 | 0.98 | 0.96 |
| | W | 1.32 | 1.44 | 1.51 | 1.56 | 1.07 | 0.92 | 0.92 | 0.91 |
| | S | 1.32 | 1.48 | 1.51 | 1.57 | 1.07 | 1.04 | 1.03 | 1.03 |
| | 小 計 | 1.26 | 1.42 | 1.46 | 1.53 | | | | |
| 30 ~ 40 | E | 1.16 | 1.43 | 1.48 | 1.57 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | N | 1.28 | 1.41 | 1.47 | 1.55 | 1.09 | 1.09 | 1.10 | 1.11 |
| | W | 1.22 | 1.41 | 1.45 | 1.46 | 0.99 | 0.90 | 0.88 | 0.85 |
| | S | 1.25 | 1.43 | 1.48 | 1.51 | 1.02 | 1.01 | 1.01 | 0.99 |
| | 小 計 | 1.23 | 1.42 | 1.47 | 1.51 | | | | |
| 40 ~ 50 | E | 1.14 | 1.34 | 1.32 | 1.39 | 0.94 | 0.93 | 0.90 | 0.89 |
| | N | 1.18 | 1.25 | 1.32 | 1.41 | 1.01 | 0.97 | 1.18 | 1.01 |
| | W | 1.33 | 1.83 | 1.93 | 2.04 | 1.08 | 1.17 | 1.01 | 1.19 |
| | S | 1.21 | 1.44 | 1.49 | 1.54 | 0.98 | 1.01 | 1.01 | 1.01 |
| | 小 計 | 1.29 | 1.69 | 1.76 | 1.86 | | | | |
| 50 ~ 60 | E | 1.30 | 1.57 | 1.64 | 1.69 | 1.07 | 1.09 | 1.12 | 1.08 |
| | N | 1.07 | 1.15 | 1.24 | 1.28 | 0.91 | 0.89 | 0.93 | 0.91 |
| | W | 1.24 | 1.62 | 1.73 | 1.86 | 1.01 | 1.04 | 1.05 | 1.09 |
| | S | 1.19 | 1.40 | 1.48 | 1.53 | 0.97 | 0.99 | 1.01 | 1.03 |
| | 小 計 | 1.22 | 1.48 | 1.57 | 1.67 | | | | |
| 60 ~ 70 | E | 1.28 | 1.55 | 1.58 | 1.62 | 1.06 | 1.08 | 1.08 | 1.03 |
| | N | 1.10 | 1.09 | 1.11 | 1.12 | 0.94 | 0.84 | 0.83 | 0.80 |
| | W | 1.17 | 1.62 | 1.74 | 1.85 | 0.95 | 1.04 | 1.06 | 1.08 |
| | S | 1.12 | 1.28 | 1.35 | 1.44 | 0.91 | 0.90 | 0.96 | 0.94 |
| | 小 計 | 1.16 | 1.42 | 1.50 | 1.58 | | | | |
| 70 ~ 80 | E | 1.10 | 1.34 | 1.39 | 1.50 | 0.91 | 0.93 | 0.95 | 0.94 |
| | N | 1.01 | 1.06 | 1.07 | 1.09 | 0.86 | 0.82 | 0.80 | 0.78 |
| | W | 1.21 | 1.62 | 1.69 | 1.82 | 0.98 | 1.04 | 1.03 | 1.06 |
| | S | 1.12 | 1.23 | 1.33 | 1.44 | 0.91 | 0.87 | 0.90 | 0.94 |
| | 小 計 | 1.10 | 1.29 | 1.35 | 1.44 | | | | |
| 計 | E | 1.21 | 1.44 | 1.47 | 1.57 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | N | 1.17 | 1.29 | 1.34 | 1.40 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | W | 1.23 | 1.56 | 1.64 | 1.71 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | S | 1.23 | 1.42 | 1.47 | 1.53 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 合 計 | 1.23 | 1.43 | 1.50 | 1.57 | | | | |

付 4-3

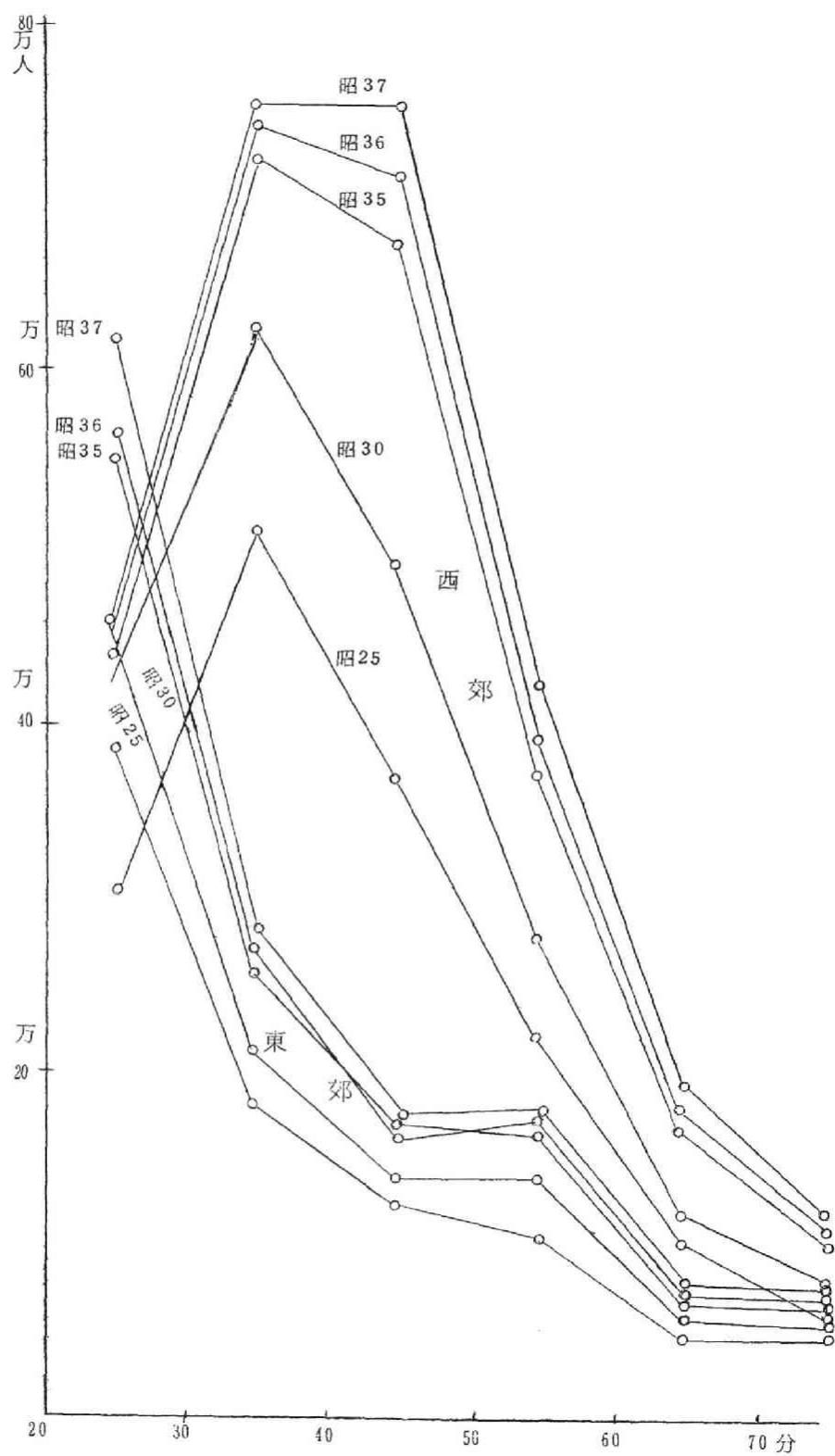
附表 4-2-2 (2)

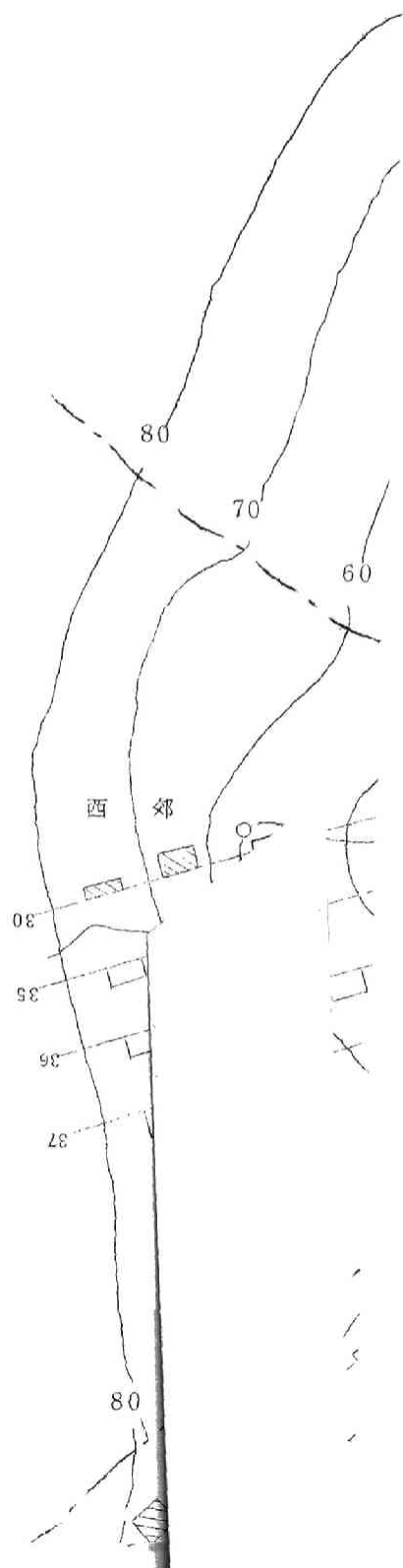
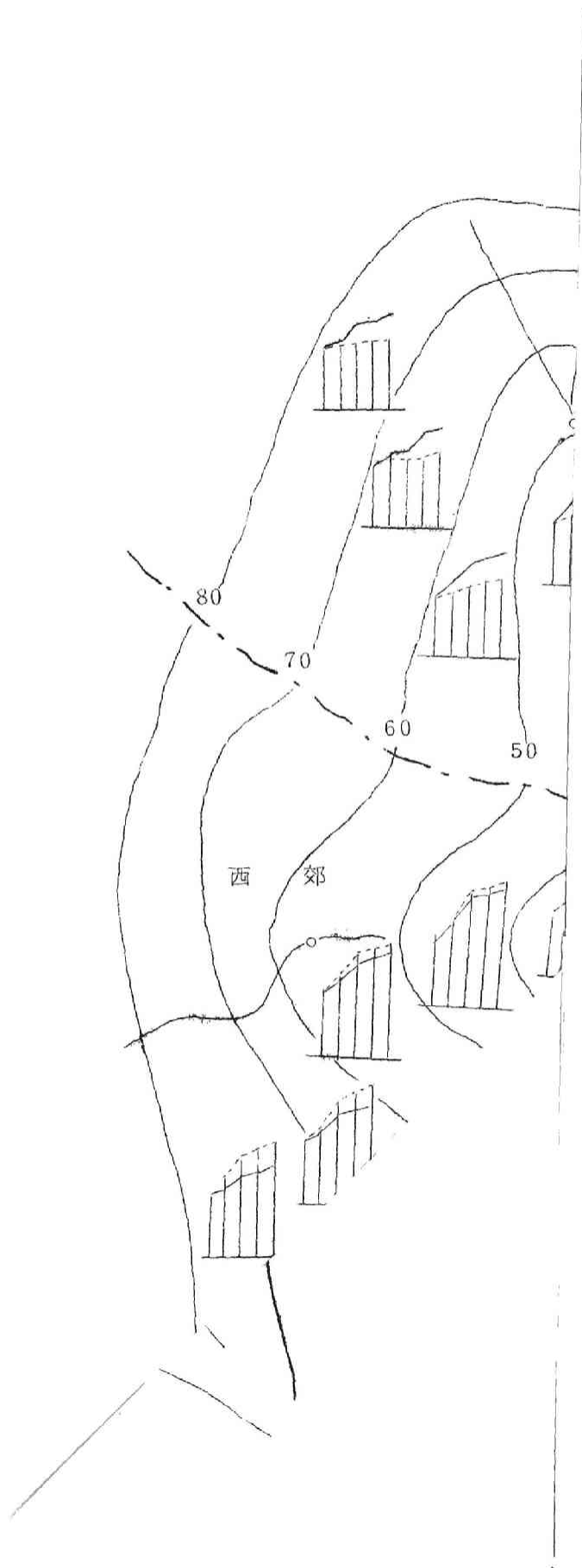
| 時 分 圈 | | $P_i^n / \sum_i P_i^n = \gamma_i^n (\times 1000)$ | | | | | $\gamma_i^n / \gamma_i^{25} = \delta_i^n$ | | | |
|-------|-----|---|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|
| | 年度 | 25 | 30 | 35 | 36 | 37 | 30 | 35 | 36 | 37 |
| 20~30 | E | 77.8 | 77.0 | 75.7 | 74.2 | 77.7 | 0.990 | 0.973 | 0.954 | 0.999 |
| | N | 46.5 | 42.1 | 40.4 | 39.5 | 39.0 | 0.905 | 0.869 | 0.849 | 0.839 |
| | W | 61.6 | 65.6 | 59.9 | 60.6 | 59.7 | 1.065 | 0.972 | 0.984 | 0.969 |
| | S | 67.2 | 71.4 | 67.2 | 65.9 | 65.1 | 1.062 | 1.000 | 0.981 | 0.969 |
| | 小 計 | 253.1 | 256.1 | 243.2 | 240.3 | 241.5 | 1.012 | 0.886 | 0.949 | 0.954 |
| 30~40 | E | 36.7 | 34.4 | 35.6 | 35.5 | 35.8 | 0.937 | 0.970 | 0.967 | 0.975 |
| | N | 62.4 | 64.0 | 59.4 | 59.7 | 60.1 | 1.026 | 0.952 | 0.957 | 0.963 |
| | W | 103.8 | 101.8 | 98.7 | 98.0 | 94.5 | 0.981 | 0.951 | 0.944 | 0.910 |
| | S | 120.0 | 120.0 | 116.2 | 115.3 | 112.7 | 1.000 | 0.968 | 0.961 | 0.939 |
| | 小 計 | 322.9 | 320.0 | 309.9 | 308.5 | 303.1 | 0.991 | 0.960 | 0.955 | 0.939 |
| 40~50 | E | 25.0 | 22.9 | 22.7 | 21.5 | 21.7 | 0.916 | 0.908 | 0.860 | 0.868 |
| | N | 30.4 | 28.8 | 25.6 | 26.1 | 26.6 | 0.947 | 0.842 | 0.859 | 0.875 |
| | W | 74.4 | 79.7 | 91.9 | 93.2 | 94.4 | 1.070 | 1.235 | 1.253 | 1.269 |
| | S | 70.0 | 67.8 | 68.1 | 67.8 | 67.1 | 0.969 | 0.973 | 0.969 | 0.959 |
| | 小 計 | 199.8 | 199.2 | 208.3 | 208.6 | 209.8 | 0.997 | 1.043 | 1.044 | 1.050 |
| 50~60 | E | 21.7 | 22.7 | 23.0 | 23.1 | 22.9 | 1.046 | 1.060 | 1.065 | 1.055 |
| | N | 12.8 | 11.1 | 10.0 | 10.4 | 10.3 | 0.867 | 0.781 | 0.813 | 0.805 |
| | W | 46.1 | 46.1 | 50.6 | 51.9 | 53.2 | 1.000 | 1.098 | 1.126 | 1.154 |
| | S | 48.0 | 46.0 | 45.4 | 46.3 | 47.1 | 0.958 | 0.946 | 0.965 | 0.981 |
| | 小 計 | 128.6 | 125.9 | 129.0 | 131.7 | 133.4 | 0.979 | 1.003 | 1.024 | 1.037 |
| 60~70 | E | 10.0 | 10.3 | 10.6 | 10.3 | 10.1 | 1.030 | 1.060 | 1.030 | 1.010 |
| | N | 4.6 | 4.1 | 3.4 | 3.3 | 3.2 | 0.891 | 0.739 | 0.717 | 0.696 |
| | W | 21.0 | 19.7 | 23.0 | 23.8 | 24.2 | 0.938 | 1.095 | 1.133 | 1.152 |
| | S | 28.2 | 25.4 | 24.6 | 25.1 | 25.6 | 0.900 | 0.875 | 0.890 | 0.910 |
| | 小 計 | 47.6 | 53.5 | 61.5 | 62.5 | 63.1 | 1.124 | 1.292 | 1.313 | 1.326 |
| 70~80 | E | 10.8 | 9.6 | 9.9 | 9.8 | 10.1 | 0.889 | 0.917 | 0.907 | 0.935 |
| | N | 16.5 | 13.3 | 11.8 | 11.5 | 11.2 | 0.806 | 0.715 | 0.697 | 0.679 |
| | W | 12.6 | 12.4 | 14.0 | 14.1 | 14.5 | 0.984 | 1.111 | 1.119 | 1.151 |
| | S | 14.7 | 13.2 | 12.4 | 13.0 | 13.3 | 0.900 | 0.845 | 0.885 | 0.905 |
| | 小 計 | 48.0 | 45.1 | 48.1 | 48.4 | 49.1 | 0.940 | 1.002 | 1.008 | 1.023 |
| 計 | E | 182.0 | 176.9 | 177.4 | 174.5 | 178.3 | 0.972 | 0.975 | 0.959 | 0.980 |
| | N | 173.2 | 163.4 | 150.6 | 150.5 | 150.3 | 0.943 | 0.870 | 0.869 | 0.868 |
| | W | 319.5 | 325.3 | 336.8 | 341.1 | 340.5 | 1.018 | 1.054 | 1.068 | 1.066 |
| | S | 325.3 | 334.4 | 333.8 | 333.3 | 330.9 | 1.057 | 1.026 | 1.025 | 1.017 |
| | 合 計 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

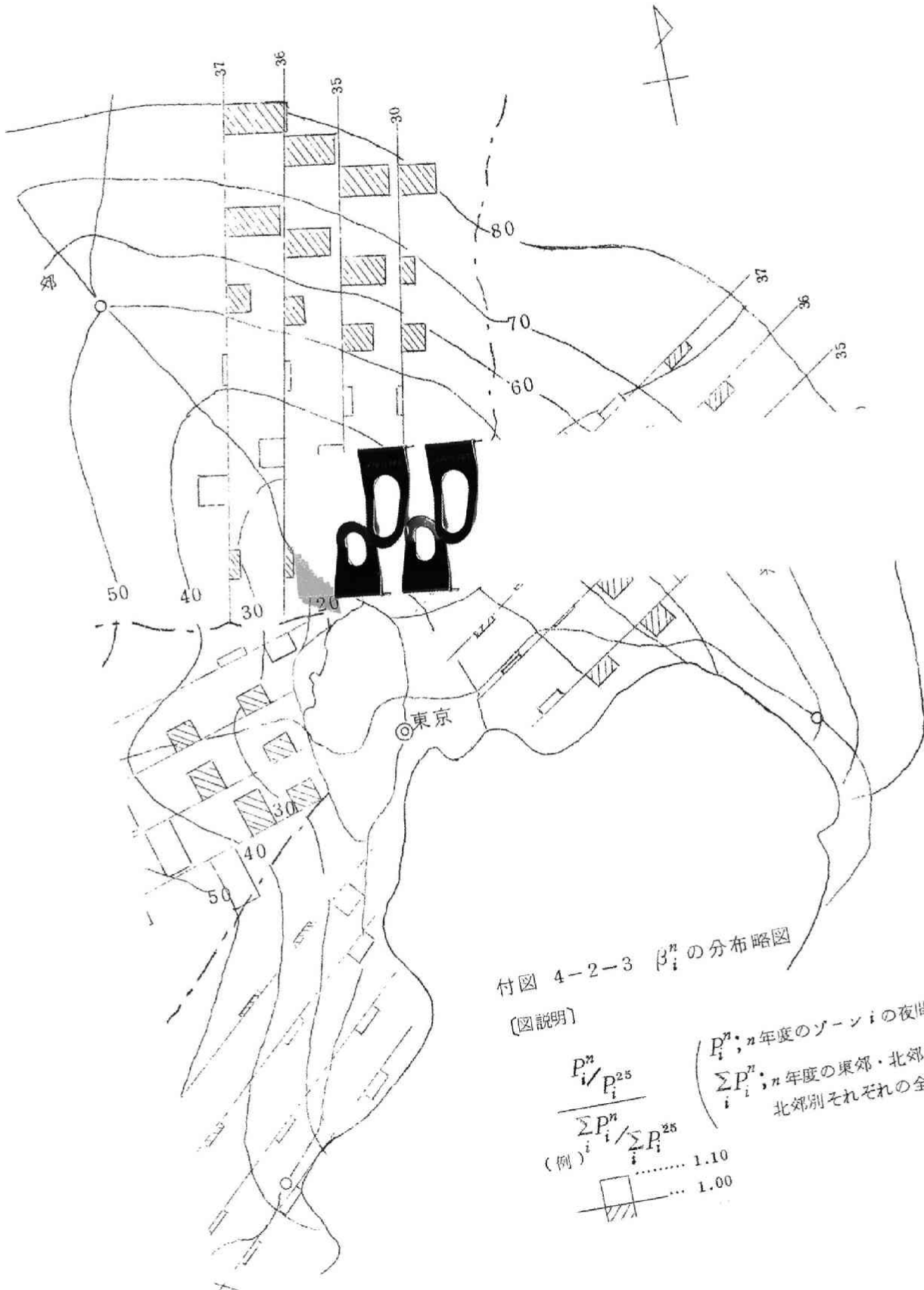


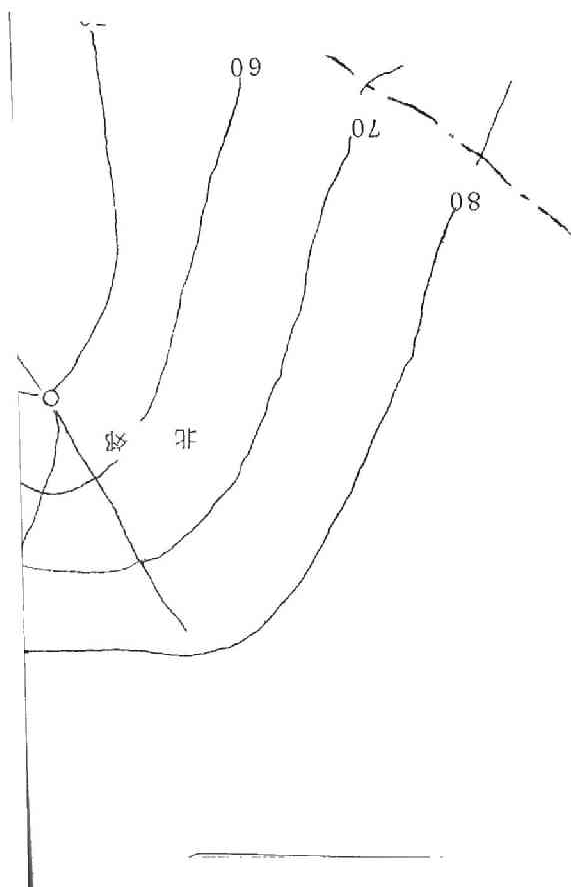
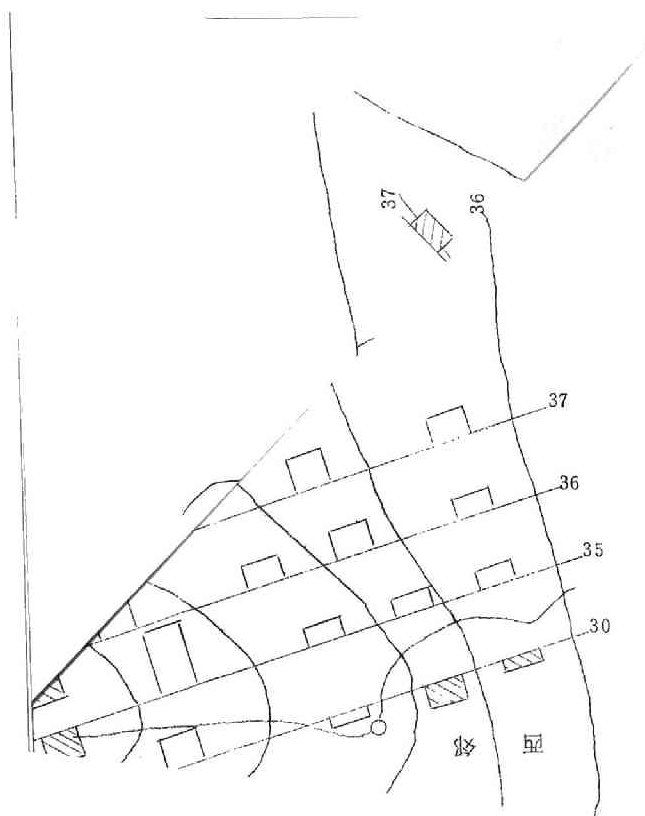
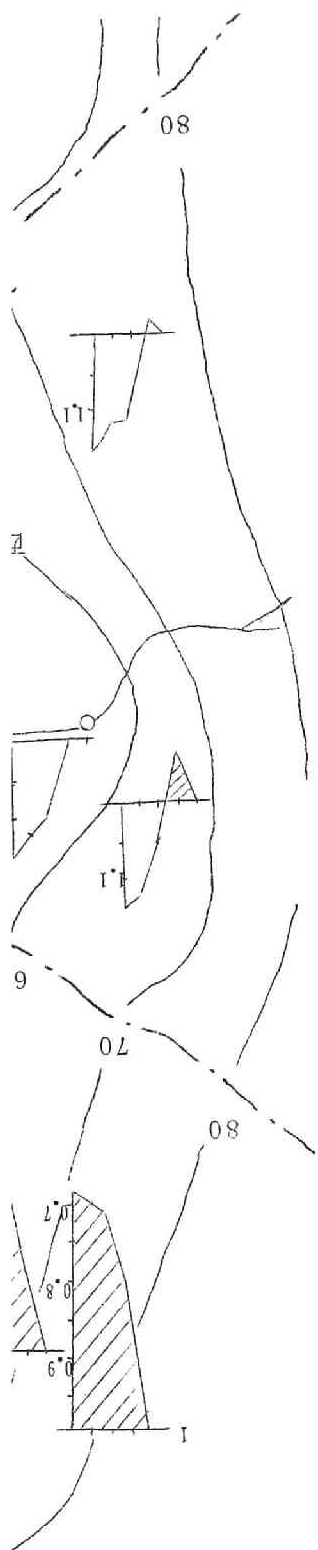
付 4-5

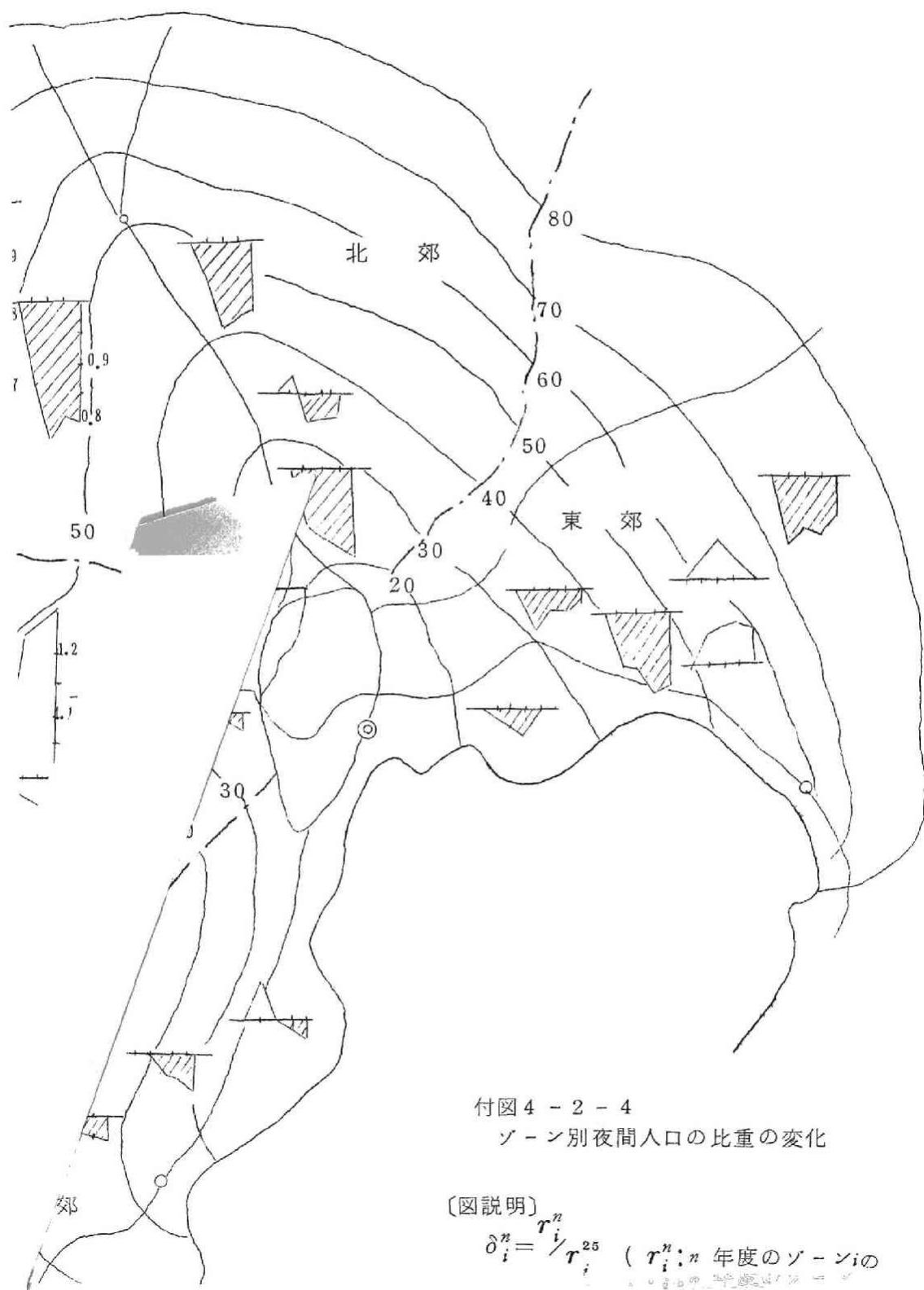
(2) 東郊、西郊











付表 4-2-3(1) ゾーン別通勤発生人口 (p_i^n - 表)

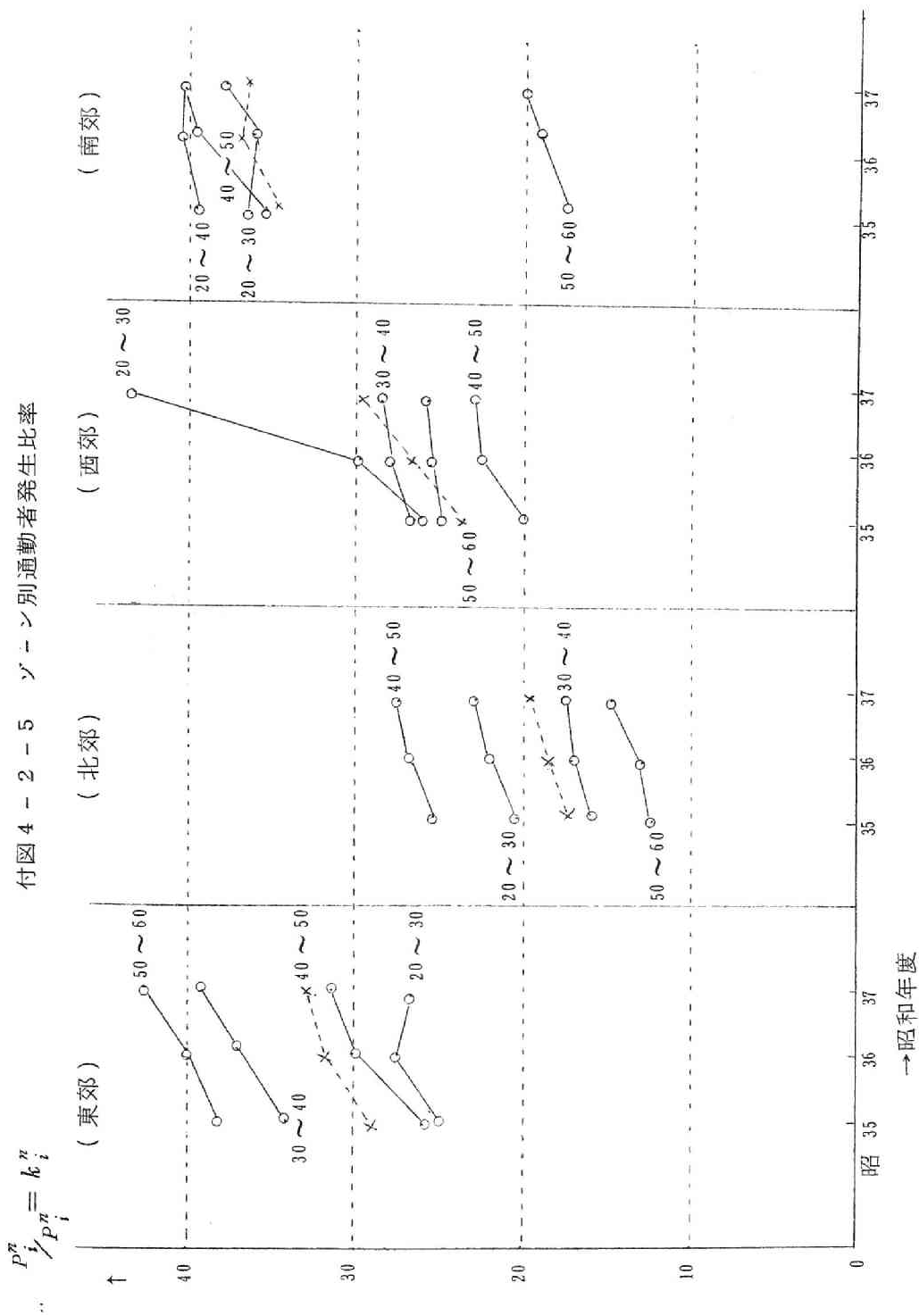
| 時 分 圏 | | p_n | | |
|---------|-----|-----------|-----------|-----------|
| | 年度 | 昭 3 5 | 3 6 | 3 7 |
| 20 ~ 30 | E | 140,285 | 154,401 | 162,835 |
| | N | 60,233 | 66,420 | 71,602 |
| | W | 114,035 | 137,904 | 206,622 |
| | S | 177,550 | 181,483 | 196,940 |
| | 小 計 | 492,103 | 540,208 | 637,999 |
| 30 ~ 40 | E | 86,658 | 98,314 | 110,573 |
| | N | 69,153 | 78,275 | 85,489 |
| | W | 189,976 | 208,264 | 216,923 |
| | S | 335,814 | 357,579 | 360,176 |
| | 小 計 | 681,601 | 742,432 | 773,161 |
| 40 ~ 50 | E | 41,976 | 48,263 | 54,197 |
| | N | 47,003 | 53,333 | 58,568 |
| | W | 134,957 | 159,301 | 172,219 |
| | S | 183,372 | 203,759 | 213,832 |
| | 小 計 | 407,308 | 464,656 | 498,816 |
| 50 ~ 60 | E | 63,216 | 69,524 | 76,469 |
| | N | 9,053 | 10,354 | 12,470 |
| | W | 92,964 | 102,555 | 109,755 |
| | S | 58,790 | 68,650 | 75,629 |
| | 小 計 | 224,023 | 251,083 | 274,323 |
| 計 | E | 332,135 | 370,502 | 404,074 |
| | N | 185,442 | 208,382 | 228,129 |
| | W | 531,932 | 608,024 | 705,519 |
| | S | 755,526 | 811,471 | 846,577 |
| | 合 計 | 1,805,035 | 1,998,379 | 2,184,299 |

付 4-11

付表 4-2-3(2) ゾーン別通勤発生比率 (k_i^n - 表)

| 時 分 圏 | | $p_i^n / P_i^n = k_i^n$ | | |
|-------|-----|-------------------------|------|------|
| | 年度 | 3 5 | 3 6 | 3 7 |
| 20~30 | E | 25.4 | 27.5 | 26.4 |
| | N | 20.4 | 22.2 | 23.1 |
| | W | 26.1 | 30.0 | 43.6 |
| | S | 30.2 | 36.3 | 38.1 |
| | 小 計 | 27.7 | 29.1 | 32.0 |
| 30~40 | E | 33.4 | 36.5 | 38.9 |
| | N | 16.0 | 17.3 | 17.9 |
| | W | 26.4 | 28.0 | 28.9 |
| | S | 39.6 | 40.9 | 40.3 |
| | 小 計 | 30.2 | 31.7 | 32.2 |
| 40~50 | E | 25.4 | 30.0 | 31.5 |
| | N | 25.1 | 26.9 | 27.7 |
| | W | 20.1 | 22.5 | 23.0 |
| | S | 35.9 | 39.7 | 40.2 |
| | 小 計 | 26.8 | 29.4 | 30.0 |
| 50~60 | E | 37.7 | 39.7 | 42.2 |
| | N | 12.4 | 13.1 | 15.3 |
| | W | 25.2 | 26.1 | 26.0 |
| | S | 17.8 | 19.5 | 20.3 |
| | 小 計 | 23.8 | 25.1 | 25.9 |
| 計 | E | 29.1 | 31.7 | 32.2 |
| | N | 17.4 | 18.1 | 19.7 |
| | W | 24.3 | 26.5 | 29.5 |
| | S | 34.9 | 36.2 | 36.6 |

付図 4 - 2 - 5 ゾーン別通勤者発生比率



付 4 - 13

付表 4-2-3(3) 各ゾーン別通勤発生人口の比重 (ξ_i^n - 表)

| 時分圏 | 年度 | 昭 3 5 | 昭 3 6 | 昭 3 7 |
|---------|-----|-------|-------|-------|
| 20 ~ 30 | E | 0.078 | 0.077 | 0.074 |
| | N | 0.033 | 0.033 | 0.033 |
| | W | 0.063 | 0.069 | 0.095 |
| | S | 0.099 | 0.091 | 0.090 |
| | 小 計 | 0.273 | 0.270 | 0.292 |
| 30 ~ 40 | E | 0.048 | 0.049 | 0.051 |
| | N | 0.038 | 0.039 | 0.039 |
| | W | 0.105 | 0.105 | 0.099 |
| | S | 0.186 | 0.179 | 0.165 |
| | 小 計 | 0.377 | 0.372 | 0.354 |
| 40 ~ 50 | E | 0.023 | 0.024 | 0.024 |
| | N | 0.026 | 0.027 | 0.027 |
| | W | 0.075 | 0.079 | 0.079 |
| | S | 0.102 | 0.102 | 0.098 |
| | 小 計 | 0.226 | 0.232 | 0.228 |
| 50 ~ 60 | E | 0.035 | 0.035 | 0.035 |
| | N | 0.005 | 0.005 | 0.006 |
| | W | 0.051 | 0.051 | 0.050 |
| | S | 0.033 | 0.035 | 0.035 |
| | 小 計 | 0.124 | 0.126 | 0.126 |
| 計 | E | 0.184 | 0.186 | 0.185 |
| | N | 0.103 | 0.104 | 0.104 |
| | W | 0.295 | 0.304 | 0.323 |
| | S | 0.418 | 0.406 | 0.388 |
| | 合 計 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

付表 4-2-3(4) ゾーン別夜間人口に対する通勤発生率 (η_i^u - 表)

| 時分圏 | 年度 | 昭 3 5 | 昭 3 6 | 昭 3 7 |
|---------|-----|-------|-------|-------|
| 20 ~ 30 | E | 0.918 | 0.922 | 0.846 |
| | N | 0.727 | 0.743 | 0.752 |
| | W | 0.936 | 1.012 | 1.414 |
| | S | 1.311 | 1.228 | 1.228 |
| | 小 計 | 1.000 | 1.000 | 1.074 |
| 30 ~ 40 | E | 1.200 | 1.228 | 1.266 |
| | N | 0.570 | 0.581 | 0.576 |
| | W | 0.948 | 0.953 | 0.931 |
| | S | 1.425 | 1.377 | 1.300 |
| | 小 計 | 1.083 | 1.072 | 1.037 |
| 40 ~ 50 | E | 0.902 | 0.992 | 0.984 |
| | N | 0.903 | 0.918 | 0.900 |
| | W | 0.727 | 0.754 | 0.743 |
| | S | 1.333 | 1.337 | 1.296 |
| | 小 計 | 0.966 | 0.989 | 0.965 |
| 50 ~ 60 | E | 1.357 | 1.346 | 1.357 |
| | N | 0.446 | 0.427 | 0.517 |
| | W | 0.898 | 0.873 | 0.835 |
| | S | 0.647 | 0.672 | 0.659 |
| | 小 計 | 0.856 | 0.851 | 0.838 |
| 計 | E | 1.172 | 1.205 | 1.170 |
| | N | 0.761 | 0.766 | 0.765 |
| | W | 0.930 | 1.001 | 1.070 |
| | S | 1.408 | 1.375 | 1.329 |
| | 合 計 | 1.123 | 1.125 | 1.126 |

付 4-15

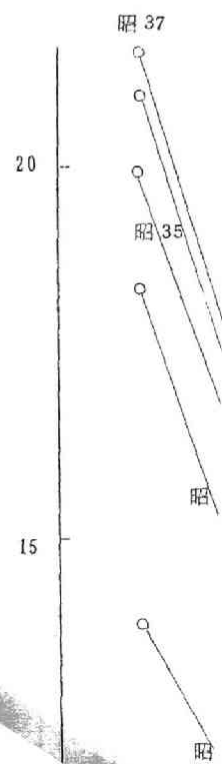
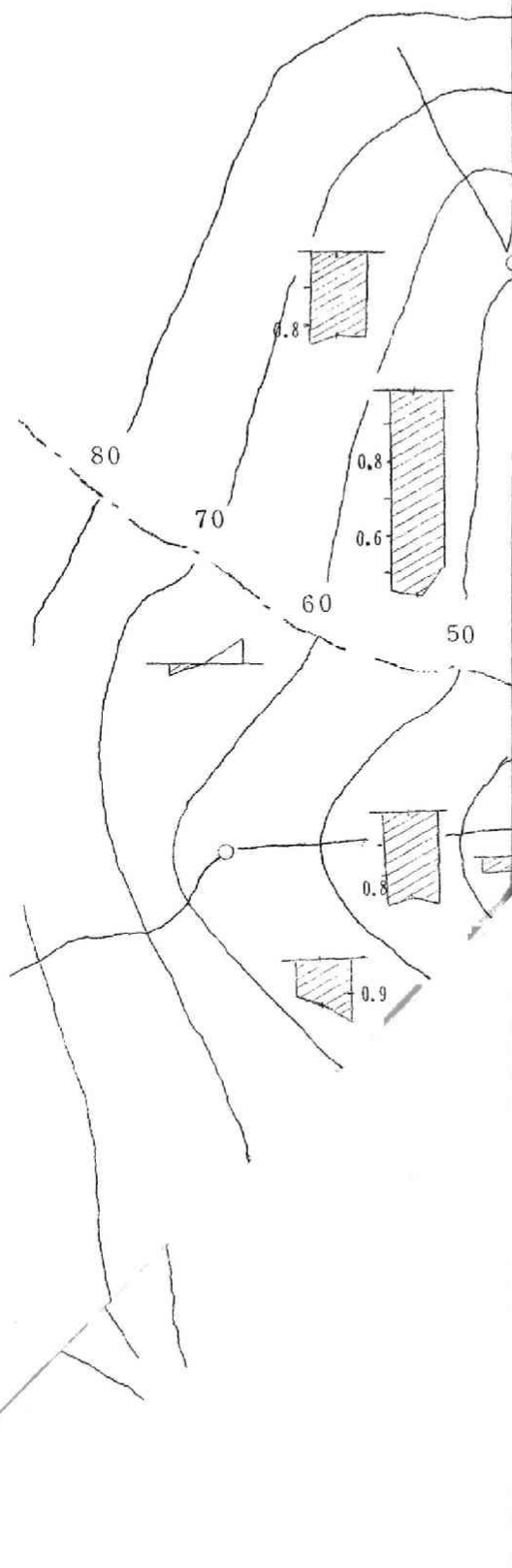
付表 4-2-4 ゾーン別人口密度 (ρ_i^n - 表)

(単位 人/km²)

| 時 分 圏 | | ρ_i^n | | | | |
|---------|----|------------|--------|--------|--------|--------|
| | 年度 | 昭 2 5 | 3 0 | 3 5 | 3 6 | 3 7 |
| 20 ~ 30 | E | 8,554 | 10,612 | 12,397 | 12,735 | 13,947 |
| | N | 7,892 | 8,860 | 10,099 | 9,996 | 10,325 |
| | W | 13,848 | 18,338 | 19,875 | 20,921 | 21,537 |
| | S | 14,264 | 18,693 | 20,900 | 21,289 | 22,010 |
| 30 ~ 40 | E | 3,620 | 4,217 | 5,183 | 5,291 | 5,584 |
| | N | 4,528 | 5,526 | 5,585 | 3,834 | 6,144 |
| | W | 10,245 | 12,503 | 14,399 | 14,863 | 15,101 |
| | S | 10,741 | 13,389 | 15,372 | 15,816 | 16,169 |
| 40 ~ 50 | E | 5,745 | 5,786 | 5,672 | 5,602 | 5,894 |
| | N | 2,205 | 2,562 | 2,694 | 2,851 | 3,042 |
| | W | 3,987 | 5,182 | 7,106 | 7,489 | 7,932 |
| | S | 4,627 | 5,576 | 6,655 | 6,857 | 7,158 |
| 50 ~ 60 | E | 1,974 | 2,527 | 3,041 | 2,876 | 3,976 |
| | N | — | — | — | — | — |
| | W | 1,427 | 2,070 | 2,998 | 3,252 | 3,528 |
| | S | 3,476 | 1,142 | 4,855 | 5,155 | 5,478 |
| 60 ~ 70 | E | 634 | 811 | 984 | 1,001 | 1,029 |
| | N | 591 | 649 | 644 | 644 | 663 |
| | W | 776 | 897 | 1,248 | 1,342 | 1,425 |
| | S | 2,894 | 3,003 | 3,330 | 3,534 | 3,765 |
| 70 ~ 80 | E | — | — | — | — | — |
| | N | — | — | — | — | — |
| | W | 799 | 882 | 1,064 | 1,103 | 1,189 |
| | S | — | — | 1,951 | 2,107 | 2,285 |

付図 4-2-7

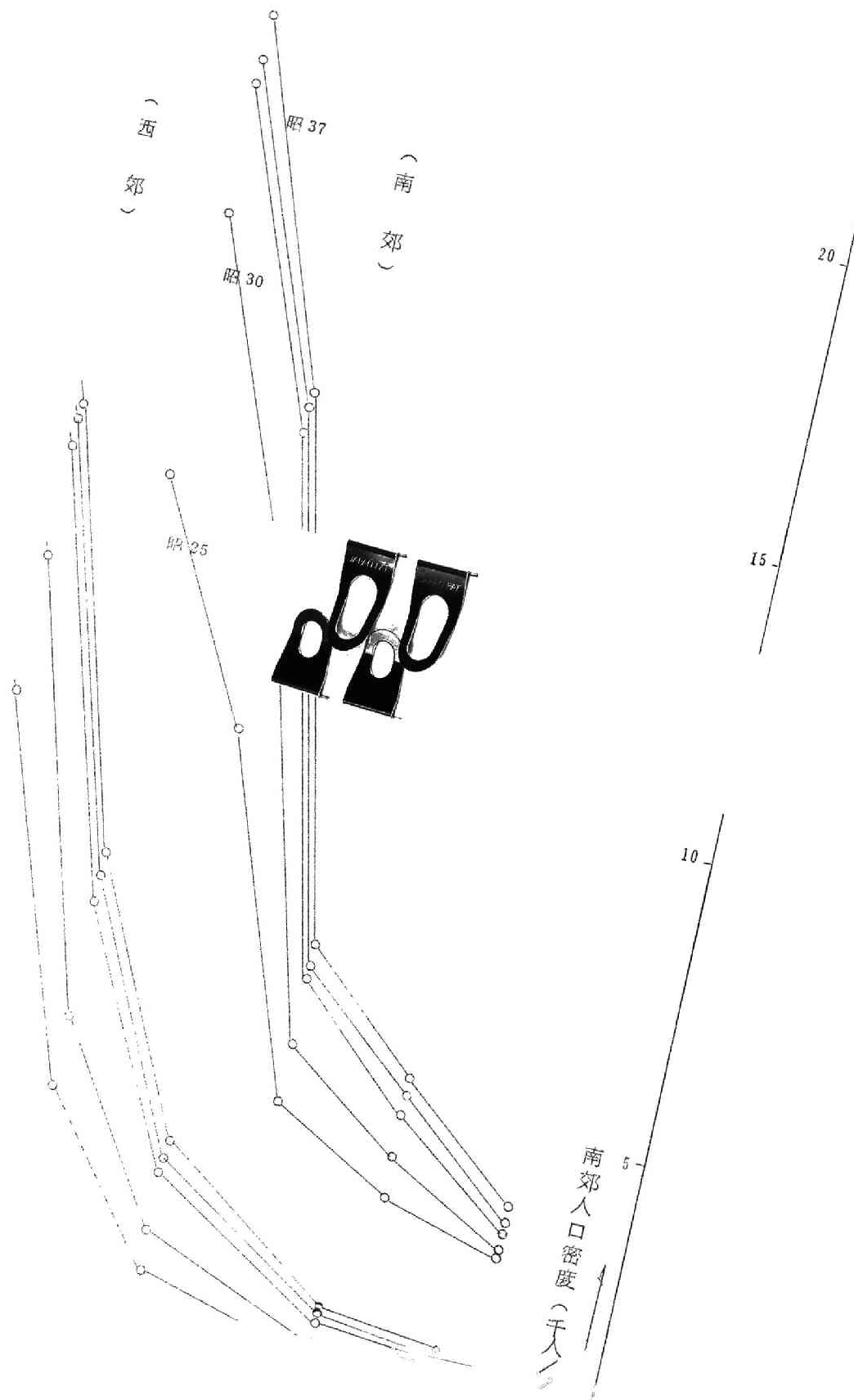
(1)



西郊人口密度(千人/)

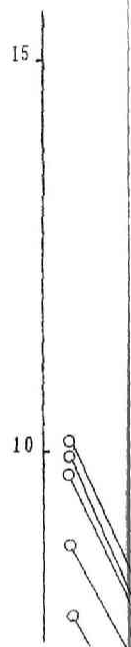
ゾーン別人口密度の推移
[郊、南郊]

付 4-17

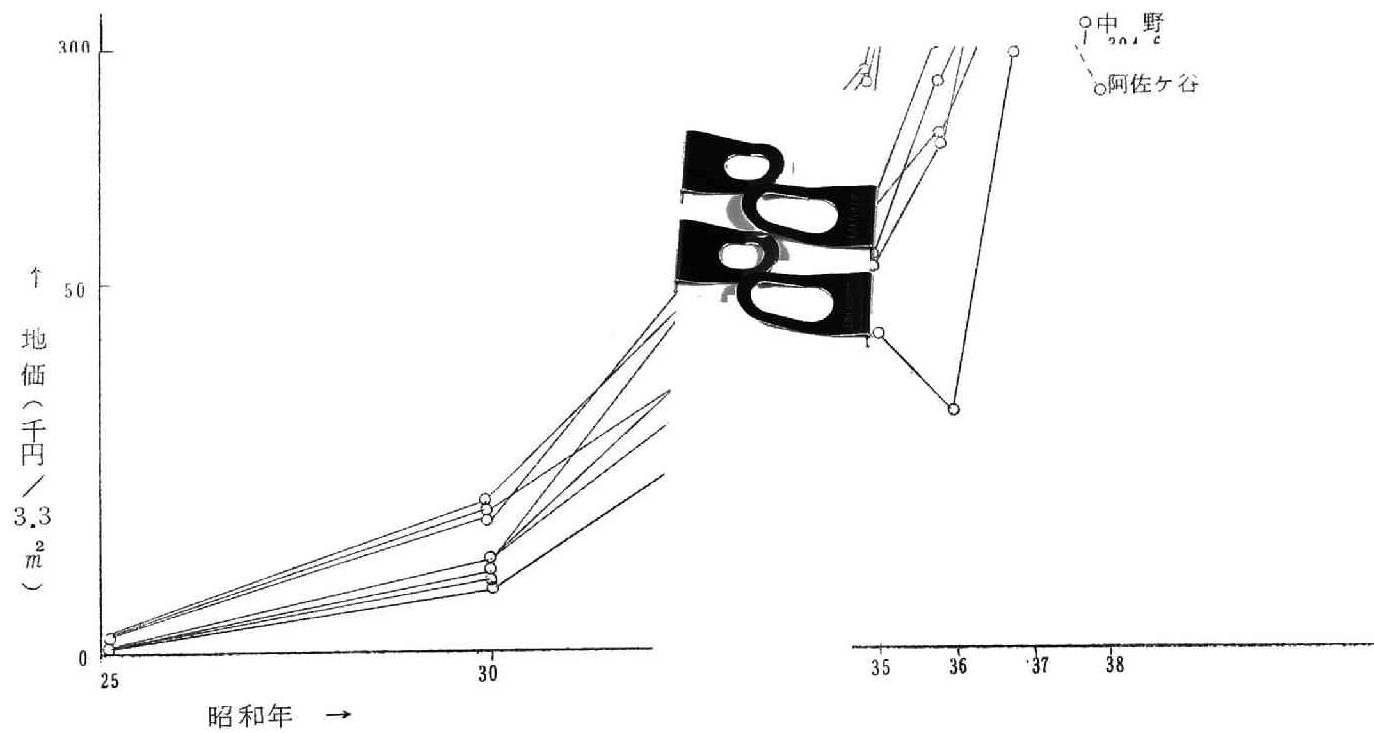


付 4 -

(2)

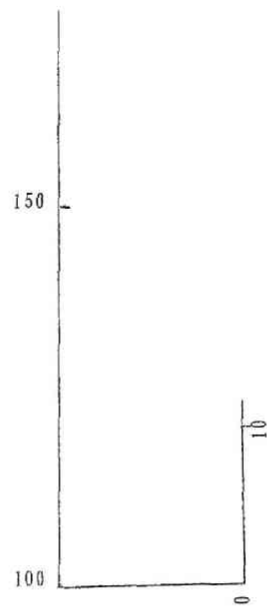
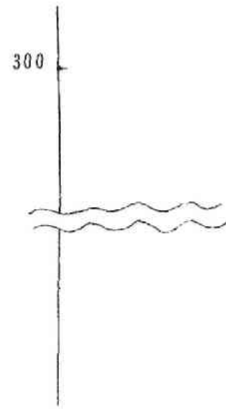


付図 4-4-1 中央線各駅勢圏別平均地価の推移



付図

東京

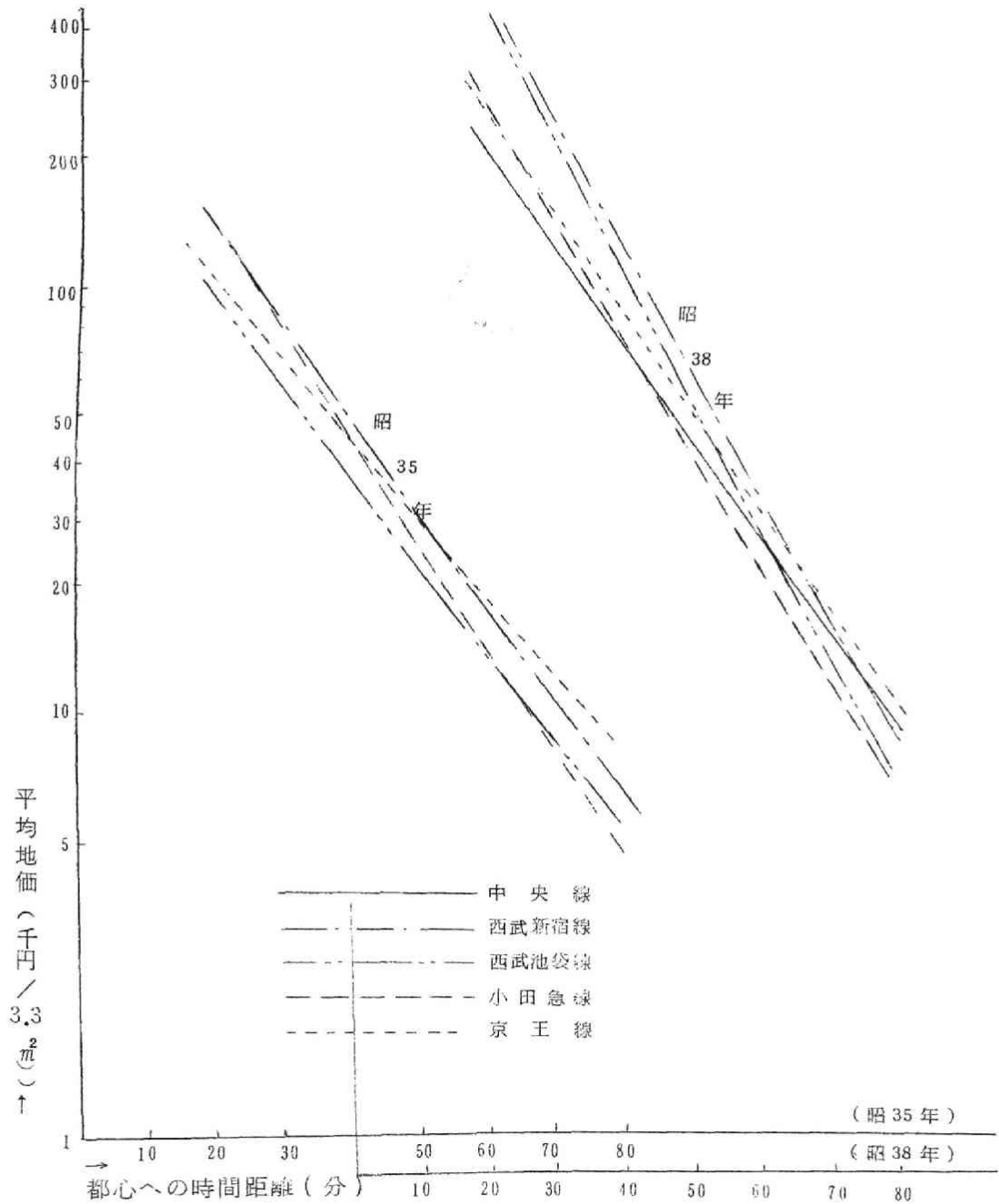


東京駅到着



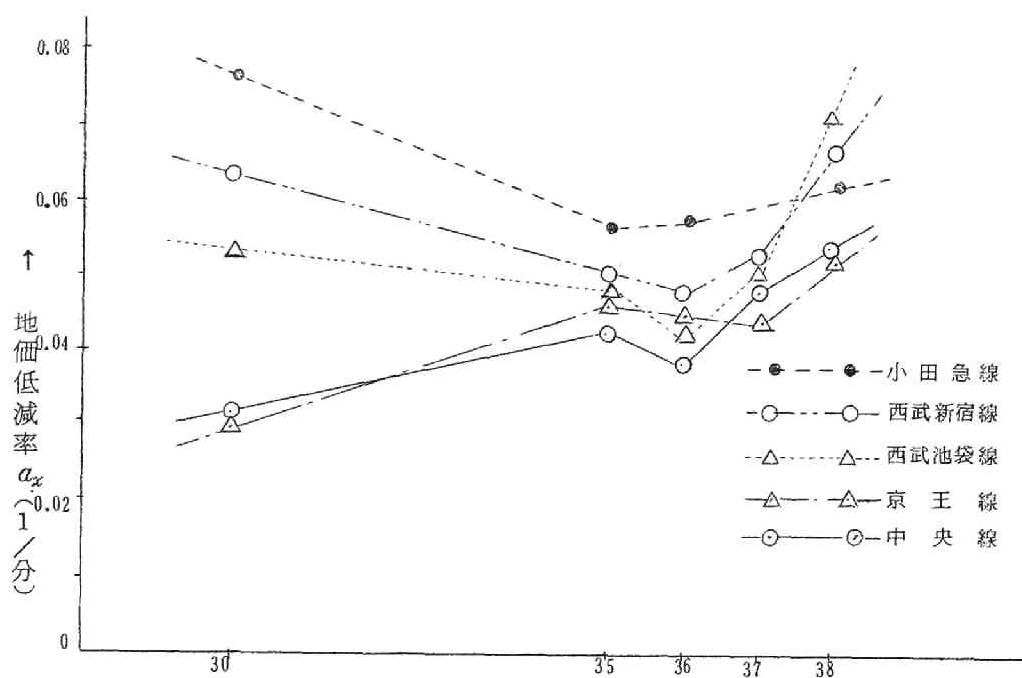
(千田 / $3.3 \frac{m}{m}$)

付図 4-4-3 沿線平均地価と都心への時間距離

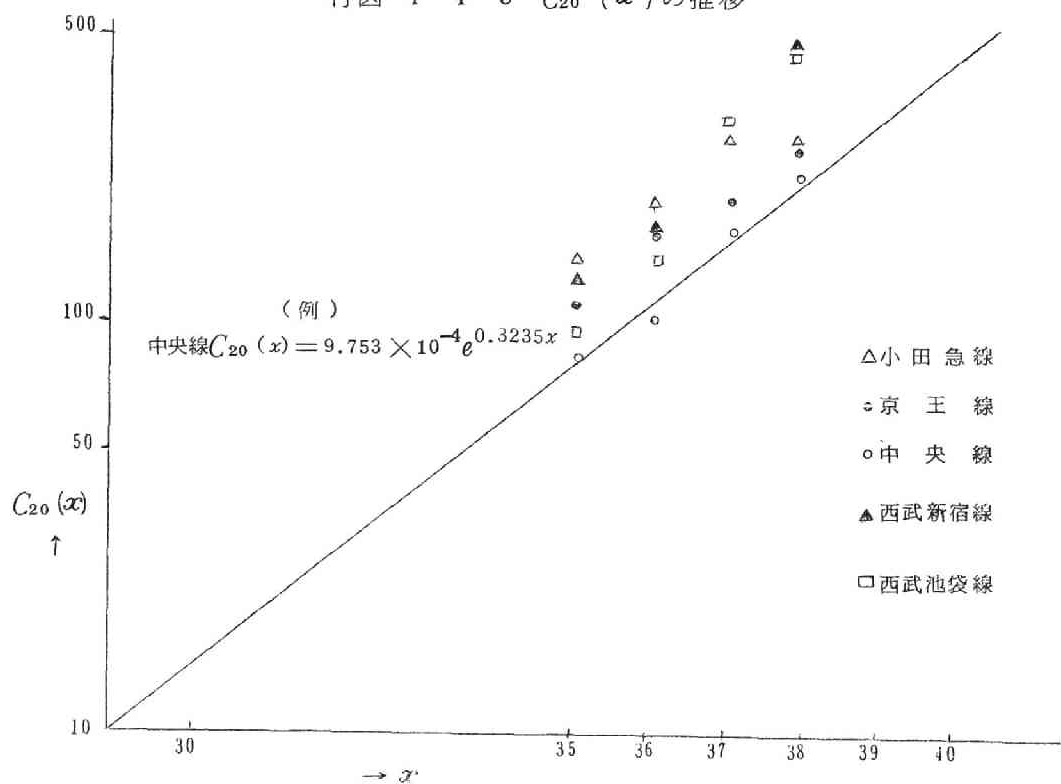


付 4-22

付図 4-4-4 時間距離による沿線地価低減率 (a_x) の経年変化



付図 4-4-5 $C_{20}(x)$ の推移



第 6 章

付 図 ・ 付 表

付 6-1

付表 6-5-1(1) 昭和45年度 通勤OD表 (才7次近似値)

(1) 増加率・Fartar 法

(単位 千人/日)

| 流入 流出 | | 環状線内 | | | 西 | | 北 | 東 | 南 | | | | その他 | 計 |
|---------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|---------|
| | | 千代田区 | 中央区 | 文京区 | 新宿区 | 渋谷区 | 豊島区 | 台東区 | 港区 | 品川区 | 大田区 | 神奈川県 | | |
| 環状線内 | 千代田区 | - | 3.6 | 1.4 | 1.9 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 1.9 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 2.5 | 14.6 |
| | 中央区 | 5.5 | - | 0.9 | 1.1 | 0.7 | 0.6 | 1.0 | 2.4 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 3.7 | 17.2 |
| | 文京区 | 22.1 | 12.1 | - | 6.9 | 1.8 | 5.3 | 4.4 | 4.8 | 0.9 | 0.8 | 1.2 | 10.5 | 70.8 |
| 西 | 新宿区 | 35.0 | 21.4 | 6.4 | - | 8.3 | 8.5 | 3.2 | 10.7 | 2.7 | 2.0 | 2.4 | 20.5 | 121.0 |
| | 渋谷区 | 21.6 | 15.9 | 2.5 | 13.0 | - | 3.2 | 1.8 | 12.1 | 3.6 | 2.3 | 2.7 | 17.5 | 96.2 |
| | 世田谷区 | 55.1 | 37.4 | 5.5 | 22.0 | 30.6 | 6.7 | 3.6 | 27.2 | 11.4 | 10.0 | 13.0 | 35.6 | 258.0 |
| | 中野区 | 34.2 | 20.0 | 4.5 | 25.9 | 9.3 | 6.7 | 2.7 | 10.2 | 2.7 | 2.0 | 2.3 | 24.5 | 145.0 |
| | 杉並区 | 55.3 | 33.0 | 5.8 | 25.7 | 12.9 | 6.7 | 3.6 | 16.5 | 3.8 | 2.7 | 3.3 | 37.7 | 207.0 |
| 北 | 練馬区 | 31.7 | 20.2 | 8.8 | 16.9 | 5.1 | 23.7 | 4.1 | 9.0 | 2.5 | 1.7 | 1.7 | 36.5 | 162.0 |
| | 豊島区 | 26.6 | 18.9 | 11.3 | 14.9 | 4.6 | - | 5.3 | 8.2 | 2.2 | 1.7 | 1.8 | 27.6 | 123.0 |
| | 北区 | 25.9 | 19.7 | 8.2 | 8.1 | 2.9 | 12.9 | 8.7 | 9.1 | 2.2 | 1.9 | 1.9 | 30.4 | 132.0 |
| | 板橋区 | 23.8 | 14.8 | 10.2 | 10.4 | 3.9 | 23.8 | 4.2 | 6.9 | 2.2 | 1.5 | 1.4 | 25.0 | 128.0 |
| | 埼玉県 | 44.5 | 31.6 | 8.4 | 13.8 | 5.6 | 23.0 | 15.1 | 15.5 | 4.2 | 3.2 | - | 85.1 | 250.0 |
| 東 | 荒川区 | 8.9 | 7.9 | 3.2 | 2.5 | 0.9 | 2.8 | 8.9 | 3.7 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 15.1 | 56.2 |
| | 台東区 | 9.9 | 8.8 | 3.4 | 2.6 | 1.0 | 1.9 | - | 3.3 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 10.9 | 44.1 |
| | 墨田区 | 7.7 | 6.9 | 2.0 | 1.5 | 0.7 | 0.8 | 4.9 | 2.2 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 13.4 | 41.3 |
| | 江東区 | 10.7 | 17.1 | 2.0 | 2.1 | 0.9 | 0.9 | 2.7 | 3.8 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 16.1 | 59.0 |
| | 足立区 | 14.7 | 12.5 | 3.5 | 3.1 | 1.3 | 3.4 | 12.6 | 5.5 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 34.9 | 95.0 |
| | 葛飾区 | 16.4 | 13.5 | 2.9 | 3.2 | 1.3 | 2.6 | 8.6 | 5.6 | 1.3 | 1.1 | 1.1 | 45.4 | 103.0 |
| | 江戸川区 | 14.7 | 13.0 | 2.4 | 3.1 | 1.3 | 1.3 | 4.6 | 4.6 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 41.9 | 90.0 |
| | 茨城県 | 5.0 | 2.9 | 0.9 | 1.3 | 0.7 | 1.1 | 2.2 | 1.8 | 0.5 | 0.6 | - | 7.4 | 24.4 |
| | 千葉県 | 38.7 | 29.5 | 6.0 | 7.1 | 2.9 | 3.5 | 11.5 | 11.1 | 2.5 | 2.0 | - | 66.3 | 181.0 |
| 南 | 港区 | 13.6 | 12.6 | 1.3 | 3.1 | 4.1 | 1.3 | 1.0 | - | 3.3 | 2.1 | 2.1 | 6.3 | 50.7 |
| | 品川区 | 17.9 | 17.1 | 1.8 | 4.5 | 5.3 | 1.7 | 1.8 | 20.1 | - | 16.7 | 7.8 | 14.3 | 109.0 |
| | 目黒区 | 18.3 | 14.4 | 2.6 | 6.1 | 11.3 | 2.1 | 1.4 | 14.7 | 11.2 | 6.5 | 5.9 | 12.4 | 107.0 |
| | 大田区 | 30.1 | 25.2 | 2.7 | 6.5 | 7.0 | 2.7 | 2.7 | 25.1 | 26.2 | - | 26.1 | 18.9 | 173.0 |
| | 神奈川県 | 62.3 | 43.5 | 5.7 | 14.8 | 13.6 | 4.8 | 4.4 | 36.0 | 21.5 | 54.3 | - | 39.2 | 300.0 |
| 都下市部 | | 44.1 | 24.6 | 4.7 | 22.7 | 12.1 | 5.4 | 2.9 | 12.8 | 3.9 | 3.1 | 13.4 | 114.4 | 264.0 |
| 都下郡部 | | 29.3 | 16.3 | 4.2 | 19.9 | 7.4 | 8.9 | 2.4 | 9.9 | 2.9 | 1.9 | 4.7 | 112.9 | 220.6 |
| 山梨・静岡・栃木 群馬・長野県計 | | 4.9 | 2.8 | 0.9 | 1.8 | 1.9 | 1.1 | 1.6 | 1.7 | 0.6 | 0.7 | - | 9.2 | 26.3 |
| 計 | | 728.6 | 517.2 | 123.9 | 266.3 | 159.2 | 168.1 | 132.6 | 296.4 | 118.4 | 124.6 | 98.7 | 936.2 | 3,669.9 |

付表 6 - 5 - 1(2)

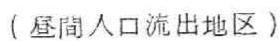
(4) 増分・一定係数法

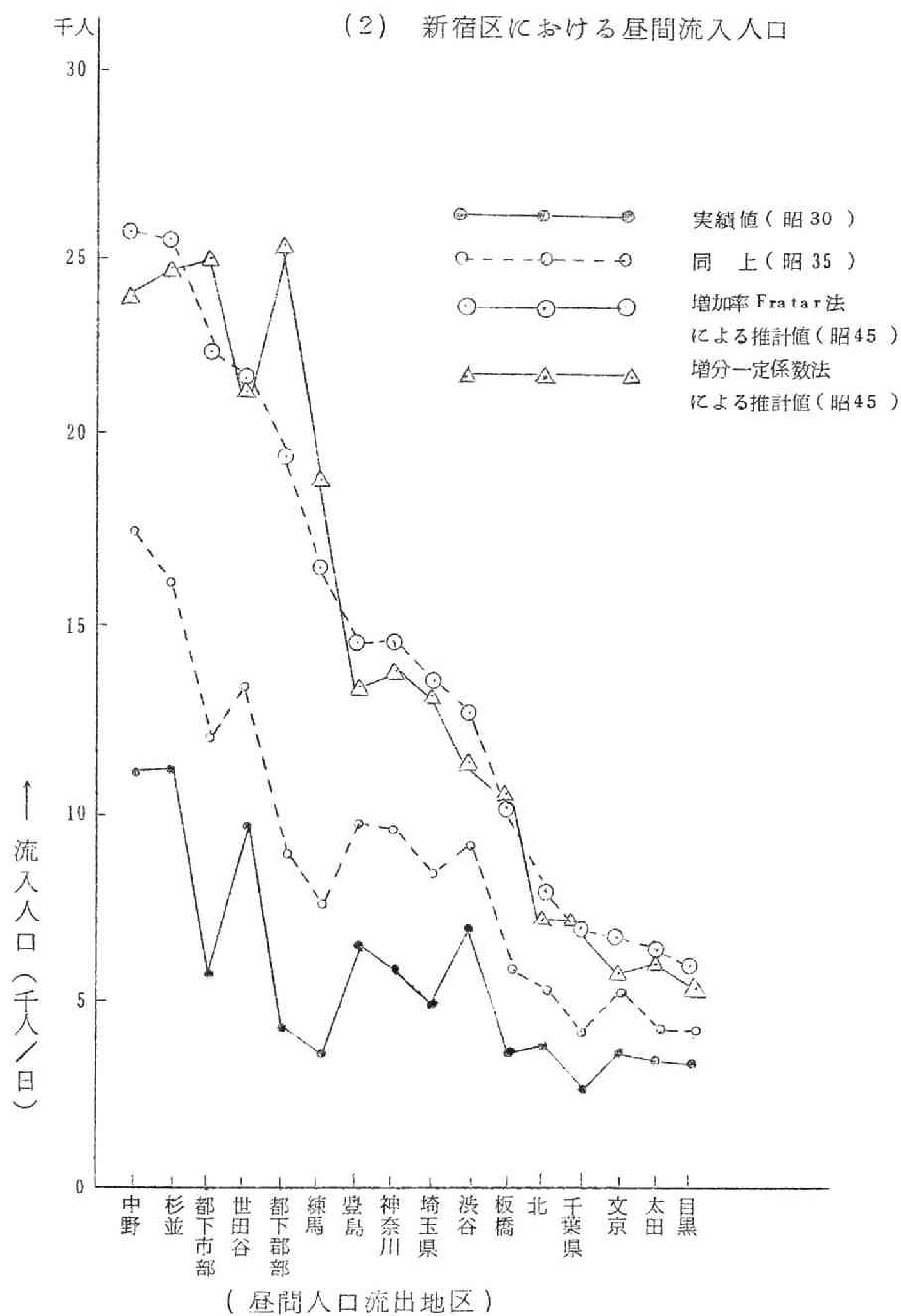
(単位 千人/日)

| 流 入 流 出 | | 環 状 線 内 | | | 西 | | 北 | 東 | 南 | | | | そ の 他 | 計 |
|---------------------|------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------------|---------|
| | | 千代田区 | 中央区 | 文京区 | 新宿区 | 渋谷区 | 豊島区 | 台東区 | 港区 | 品川区 | 大田区 | 神奈川県 | | |
| 環状線内 | 千代田区 | - | 3.5 | 1.6 | 1.5 | 0.5 | 0.5 | 0.9 | 1.9 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 3.1 | 14.6 |
| | 中央区 | 5.0 | - | 1.0 | 0.9 | 0.5 | 0.4 | 1.1 | 2.3 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 4.5 | 17.2 |
| | 文京区 | 21.2 | 12.2 | - | 5.9 | 1.5 | 4.0 | 5.2 | 2.9 | 0.9 | 0.7 | 1.3 | 12.8 | 70.8 |
| 西 | 新宿区 | 33.7 | 21.2 | 6.9 | - | 7.3 | 6.9 | 3.5 | 10.7 | 2.7 | 2.0 | 2.5 | 23.6 | 121.0 |
| | 渋谷区 | 20.8 | 15.8 | 2.7 | 11.6 | - | 2.6 | 2.0 | 12.1 | 3.6 | 2.1 | 2.8 | 20.0 | 96.2 |
| | 世田谷区 | 54.9 | 37.2 | 5.4 | 21.7 | 30.7 | 6.4 | 3.6 | 27.1 | 11.3 | 10.2 | 12.8 | 36.7 | 258.0 |
| | 中野区 | 33.7 | 20.1 | 4.7 | 24.2 | 8.8 | 5.9 | 2.9 | 10.2 | 2.8 | 2.0 | 2.4 | 27.3 | 145.0 |
| | 杉並区 | 54.9 | 32.9 | 5.8 | 24.9 | 12.7 | 6.3 | 3.6 | 16.4 | 3.8 | 2.7 | 3.3 | 39.6 | 207.0 |
| | 練馬区 | 32.9 | 20.0 | 7.3 | 19.2 | 6.2 | 28.4 | 3.4 | 8.8 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 24.2 | 162.0 |
| 北 | 豊島区 | 25.8 | 18.5 | 11.7 | 13.7 | 4.2 | - | 5.5 | 8.1 | 2.2 | 1.6 | 1.8 | 29.9 | 123.0 |
| | 北区 | 25.1 | 19.5 | 8.6 | 7.5 | 2.7 | 11.3 | 9.2 | 9.0 | 2.2 | 1.9 | 1.9 | 33.1 | 132.0 |
| | 板橋区 | 24.1 | 14.7 | 9.7 | 10.7 | 4.1 | 24.7 | 4.0 | 6.8 | 2.1 | 1.6 | 1.3 | 24.3 | 128.0 |
| | 埼玉県 | 44.2 | 33.3 | 8.3 | 13.6 | 5.6 | 22.2 | 14.9 | 15.4 | 4.1 | 3.0 | - | 87.0 | 250.0 |
| | 荒川区 | 8.2 | 7.5 | 3.3 | 2.1 | 0.8 | 2.3 | 9.4 | 3.6 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 16.6 | 56.2 |
| | 台東区 | 9.0 | 8.5 | 3.9 | 2.0 | 0.8 | 1.3 | - | 3.2 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 13.2 | 44.1 |
| 東 | 墨田区 | 6.9 | 6.4 | 2.1 | 1.2 | 0.6 | 0.6 | 5.3 | 2.1 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 15.2 | 41.8 |
| | 江東区 | 10.3 | 16.8 | 2.0 | 2.0 | 0.9 | 0.8 | 2.8 | 3.8 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 17.1 | 59.0 |
| | 足立区 | 15.8 | 13.0 | 3.3 | 3.5 | 1.5 | 4.0 | 11.6 | 5.7 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 33.0 | 95.0 |
| | 葛飾区 | 17.8 | 14.2 | 2.7 | 3.7 | 1.6 | 3.1 | 7.9 | 5.8 | 1.3 | 1.3 | 1.0 | 42.5 | 103.0 |
| | 江戸川区 | 15.8 | 13.6 | 2.2 | 3.5 | 1.5 | 1.5 | 4.3 | 4.7 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 39.7 | 90.0 |
| | 茨城県 | 5.0 | 2.9 | 0.9 | 1.3 | 0.7 | 1.1 | 2.2 | 1.8 | 0.5 | 0.6 | - | 7.6 | 24.4 |
| | 千葉県 | 38.9 | 29.4 | 5.9 | 7.1 | 3.0 | 3.4 | 11.2 | 11.1 | 2.4 | 2.1 | - | 62.6 | 181.0 |
| | 港区 | 12.9 | 12.7 | 1.5 | 2.6 | 3.3 | 0.9 | 1.2 | - | 3.4 | 1.9 | 2.4 | 7.8 | 50.7 |
| | 品川区 | 17.2 | 16.9 | 2.0 | 3.9 | 4.6 | 1.4 | 2.0 | 20.1 | - | 16.0 | 8.3 | 16.6 | 109.0 |
| 南 | 目黒区 | 17.8 | 14.4 | 2.8 | 5.5 | 10.3 | 1.8 | 1.6 | 14.8 | 11.3 | 6.4 | 6.3 | 14.0 | 107.0 |
| | 大田区 | 29.6 | 25.0 | 2.8 | 6.2 | 6.7 | 2.4 | 2.8 | 24.8 | 26.1 | - | 26.4 | 20.2 | 173.0 |
| | 神奈川県 | 61.4 | 43.3 | 5.8 | 14.1 | 13.1 | 4.4 | 4.6 | 35.8 | 21.5 | 54.2 | - | 41.9 | 300.0 |
| 都 下 市 部 | | 46.7 | 25.2 | 4.3 | 25.2 | 13.9 | 6.1 | 2.6 | 13.1 | 3.9 | 3.3 | 12.5 | 107.0 | 264.0 |
| 都 下 郡 部 | | 33.8 | 17.7 | 3.6 | 25.5 | 10.0 | 12.2 | 2.0 | 10.6 | 3.0 | 2.3 | 4.2 | 95.8 | 220.6 |
| 山梨・静岡・栃木 群馬・長野県計 | | 4.8 | 2.7 | 0.9 | 1.7 | 1.0 | 1.1 | 1.6 | 1.7 | 0.6 | 0.7 | - | 9.4 | 26.3 |
| 計 | | 728.6 | 517.2 | 123.7 | 266.5 | 159.1 | 167.9 | 132.6 | 296.4 | 118.4 | 124.6 | 98.7 | 936.2 | 3,669.9 |

R

(1) 千代田区における昼間流入人口





付 6-5

付表 6-5-2

収束計算法による将来OD表の相違

注) (増加率・Fratar法) - (増分・一定係数法)

| 吸 収 発 生 | 千代 田 区 | 中 央 区 | 文 京 区 | 新 宿 区 | 澁 谷 区 | 豊 島 区 | 台 東 区 | 港 区 | 品 川 区 | 大 田 区 | 神奈川 県 | そ の 他 | 計 | 合 計 の 比 較 値 |
|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|------|----------------|
| 千代田区 | - | 0.1 | -0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | -0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.6 | -0.1 | 0 |
| 中央区 | 0.5 | - | -0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | -0.1 | 0.1 | 0 | 0 | -0.1 | -0.8 | +0.1 | 0 |
| 文京区 | 0.9 | -0.1 | - | 1.0 | 0.3 | 1.3 | -0.8 | 1.9 | 0 | 0.1 | -0.1 | -2.3 | +2.2 | 0 |
| 新宿区 | 1.3 | 0.2 | -0.5 | | 1.0 | 1.6 | -0.3 | 0 | 0 | 0 | -0.1 | -3.1 | +0.1 | 0 |
| 渋谷区 | 0.8 | 0.1 | -0.2 | 1.4 | - | 0.6 | -0.2 | 0 | 0 | 0.2 | -0.1 | -2.5 | +0.1 | 0 |
| 世田谷区 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | -0.1 | 0.3 | 0 | 0.1 | 0.1 | -0.2 | 0.2 | -1.1 | +0.1 | 0 |
| 中野区 | 0.5 | -0.1 | -0.2 | 1.7 | 0.5 | 0.8 | -0.2 | 0 | -0.1 | 0 | -0.1 | -2.8 | 0 | 0 |
| 杉並区 | 0.4 | 0.1 | 0 | 0.8 | 0.2 | 0.4 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | -1.9 | +0.1 | 0 |
| 練馬区 | -1.3 | 0.2 | 1.5 | -2.3 | -1.1 | -4.7 | 0.7 | 0.2 | 0.1 | -0.1 | 0.3 | 12.3 | +5.8 | 0 |
| 豊島区 | 0.8 | 0.4 | -0.4 | 1.2 | 0.4 | - | 0.2 | 0.1 | 0 | 0.1 | 0 | -2.3 | +0.1 | 0 |
| 北 区 | 0.7 | 0.2 | -0.4 | 0.6 | 0.2 | 1.6 | -0.5 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | -2.7 | -0.2 | 0 |
| 板橋区 | -0.3 | 0.1 | 0.5 | -0.3 | -0.2 | -0.9 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | -0.1 | 0.1 | 0.7 | 0 | 0 |
| 埼玉県 | 0.3 | -1.7 | 0.1 | 0.2 | 0 | 0.8 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | - | -1.9 | -1.6 | 0 |
| 荒川区 | 0.7 | 0.4 | -0.1 | 0.4 | 0.1 | 0.5 | -0.5 | 0.1 | 0 | 0.1 | 0 | -1.5 | +0.2 | 0 |
| 台東区 | 0.9 | 0.3 | -0.5 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | - | 0.1 | 0 | 0.1 | -0.1 | -2.3 | -0.1 | 0 |
| 墨田区 | 0.8 | 0.5 | -0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | -0.4 | 0.1 | 0 | 0.1 | 0 | -1.8 | -0.2 | 0 |
| 江東区 | 0.3 | 0.3 | 0 | 0.1 | 0 | 0.1 | -0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1.0 | -0.3 | 0 |
| 足立区 | -1.1 | -0.5 | 0.2 | -0.4 | -0.2 | -0.6 | 1.0 | -0.2 | -0.1 | -0.1 | 0 | 1.9 | -0.1 | 0 |
| 葛飾区 | -1.4 | -0.7 | 0.2 | -0.5 | -0.3 | -0.5 | 0.7 | -0.2 | 0 | -0.2 | 0.1 | 2.9 | +0.1 | 0 |
| 江戸川区 | -1.1 | -0.6 | 0.2 | -0.4 | -0.2 | -0.2 | 0.3 | -0.1 | -0.1 | -0.1 | 0 | 2.2 | -0.1 | 0 |
| 茨城県 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | -0.2 | -0.2 | 0 |
| 千葉県 | -0.2 | 0.1 | 0.1 | 0 | -0.1 | 0.1 | 0.3 | 0 | 0.1 | -0.1 | - | 3.7 | +4.0 | 0 |
| 港区 | 0.7 | -0.1 | -0.2 | 0.5 | 0.8 | 0.4 | -0.2 | - | -0.1 | 0.2 | -0.3 | -1.5 | +0.2 | 0 |
| 品川区 | 0.7 | 0.2 | -0.2 | 0.6 | 0.7 | 0.3 | -0.2 | 0 | - | 0.7 | -0.5 | -2.3 | 0 | 0 |
| 目黒区 | 0.5 | 0 | -0.2 | 0.6 | 1.0 | 0.3 | -0.2 | -0.1 | -0.1 | 0.1 | -0.4 | -1.6 | -0.1 | 0 |
| 大田区 | 0.5 | 0.2 | -0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | -0.1 | 0.3 | 0.1 | - | -0.3 | -1.3 | +0.2 | 0 |
| 神奈川県 | 0.9 | 0.2 | -0.1 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | -0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | - | -2.7 | +0.1 | 0 |
| 都下市部 | -2.6 | -0.6 | 0.4 | -2.5 | -1.8 | -0.7 | 0.3 | -0.3 | 0 | -0.2 | 0.9 | 7.4 | +0.3 | 0 |
| 都下郡部 | -4.5 | -1.4 | 0.6 | -5.6 | -2.6 | -3.3 | 0.4 | -0.7 | -0.1 | -0.4 | 0.5 | 17.1 | 0 | 0 |
| 5 県 計 | -0.1 | 0.1 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | -0.2 | -0.1 | 0 |
| 計 | -0.2 | -1.9 | +0.4 | 0 | 0 | +0.1 | -0.2 | +2.0 | +0.1 | +0.5 | 0 | +9.8 | 0 | |
| 合計の比較値 | 0 | 0 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |

第 7 章

付 図 ・ 付 表

付 7-1

付表 7-4-1

町丁名番号対照表

(1) 大田区

| ブロック番号 | 町(丁)名 | ブロック番号 | 町(丁)名 | ブロック番号 | 町(丁)名 | ブロック番号 | 町(丁)名 |
|--------|-----------|--------|------------|--------|------------|--------|-----------|
| 1 | 大 森 1丁目 | 32 | 馬込町西 3丁目 | 63 | 谷 町 4 丁目 | 94 | 古 市 町 |
| 2 | " 2 " | 33 | " 4 " | 64 | " 5 " | 95 | 女 塚 1 丁目 |
| 3 | " 3 " | 34 | 桐 里 町 | 65 | 北 谷 町 | 96 | " 2 " |
| 4 | " 4 " | 35 | 梅 田 町 | 66 | 羽 田 1 丁目 | 97 | " 3 " |
| 5 | " 5 " | 36 | 堤 方 町 | 67 | " 2 " | 98 | " 4 " |
| 6 | " 6 " | 37 | 市 野 倉 町 | 68 | " 3 " | 99 | 御 園 1 丁目 |
| 7 | " 7 " | 38 | 池 上 本 町 | 69 | " 4 " | 100 | " 2 " |
| 8 | " 8 " | 39 | 池 上 徳 堤 町 | 70 | " 5 " | 101 | " 3 " |
| 9 | " 9 " | 40 | 調布嶺町 1 丁目 | 71 | " 6 " | 102 | 蓮 沼 1 丁目 |
| 10 | 森 ケ 崎 町 | 41 | " 2 " | 72 | 羽 田 旭 町 | 103 | " 2 " |
| 11 | 入新井町 1 丁目 | 42 | 田園調布 1 丁目 | 73 | 荻 中 町 | 104 | " 3 " |
| 12 | " 2 " | 43 | " 2 " | 74 | 羽 田 本 町 | 105 | 蓮 沼 町 |
| 13 | " 3 " | 44 | " 3 " | 75 | 羽田江戸見町 | 106 | 安 方 町 |
| 14 | " 4 " | 45 | " 4 " | 76 | 南 六 郷 1 丁目 | 107 | 小 林 町 |
| 15 | " 5 " | 46 | " 5 " | 77 | " 2 " | 108 | 原 町 |
| 16 | " 6 " | 47 | " 6 " | 78 | " 3 " | 109 | 道 塚 町 |
| 17 | 山王町 1 丁目 | 48 | " 7 " | 79 | 東 六 郷 1 丁目 | 110 | 本蒲田町 1 丁目 |
| 18 | " 2 " | 49 | 調布大塚町 | 80 | " 2 " | 111 | " 2 " |
| 19 | 新井宿 1 丁目 | 50 | 調布千鳥町 | 81 | " 3 " | 112 | " 3 " |
| 20 | " 2 " | 51 | 調布鵜木町 | 82 | " 4 " | 113 | " 4 " |
| 21 | " 3 " | 52 | 久 ケ 原 町 | 83 | 仲六郷 1 丁目 | 114 | " 5 " |
| 22 | " 4 " | 53 | 道 久 橋 町 | 84 | " 2 " | 115 | 仲蒲田町 1 丁目 |
| 23 | " 5 " | 54 | 雪 ケ 谷 町 | 85 | " 3 " | 116 | " 2 " |
| 24 | " 6 " | 55 | 上 池 上 町 | 86 | " 4 " | 117 | " 3 " |
| 25 | " 7 " | 56 | 池 上 洗 足 町 | 87 | 西 六 郷 1 丁目 | 118 | " 4 " |
| 26 | 馬込町東 1 丁目 | 57 | 南 千 束 町 | 88 | " 2 " | 119 | 東蒲田町 1 丁目 |
| 27 | " 2 " | 58 | 北 千 束 町 | 89 | " 3 " | 120 | " 2 " |
| 28 | " 3 " | 59 | 石 川 町 | 90 | 古 川 町 | 121 | " 3 " |
| 29 | " 4 " | 60 | 萩 谷 町 1 丁目 | 91 | 下 丸 子 町 | 122 | " 4 " |
| 30 | 馬込町西 1 丁目 | 61 | " 2 " | 92 | 矢 口 町 | 123 | 新 宿 町 |
| 31 | " 2 " | 62 | " 3 " | 93 | 今 泉 町 | | |

付表 7-4-1 町丁名番号対照表 (2) 品川区

| ブロック 番号 | 町 (丁) 名 | ブロック 番号 | 町 (丁) 名 | ブロック 番号 | 町 (丁) 名 | ブロック 番号 | 町 (丁) 名 |
|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| 1 | 北品川 1丁目 | 35 | 五反田町 3丁目 | 69 | 大井 森 前 町 | 103 | 西中延 1丁目 |
| 2 | " 2 " | 36 | " 4 " | 70 | " 滝王寺町 | 104 | " 2 " |
| 3 | " 3 " | 37 | " 5 " | 71 | " 庚 塚 町 | 105 | " 3 " |
| 4 | " 4 " | 38 | " 6 " | 72 | " 原 町 | 106 | " 4 " |
| 5 | " 5 " | 39 | 大崎本町 1丁目 | 73 | " 出 石 町 | 107 | " 5 " |
| 6 | " 6 " | 40 | " 2 " | 74 | " 伊 藤 町 | 108 | 中 延 1丁目 |
| 7 | 南品川 1丁目 | 41 | " 3 " | 75 | " 倉 田 町 | 109 | " 2 " |
| 8 | " 2 " | 42 | 西大崎 1丁目 | 76 | " 金 子 町 | 110 | " 3 " |
| 9 | " 3 " | 43 | " 2 " | 77 | 天王洲町地先埋立 | 111 | " 4 " |
| 10 | " 4 " | 44 | " 3 " | 78 | 小山台 1丁目 | 112 | " 5 " |
| 11 | " 5 " | 45 | " 4 " | 79 | " 2 " | 113 | 東中延 1丁目 |
| 12 | " 6 " | 46 | 東大崎 1丁目 | 80 | 小 山 1 丁目 | 114 | " 2 " |
| 13 | 西品川 1丁目 | 47 | " 2 " | 81 | " 2 " | 115 | " 3 " |
| 14 | " 2 " | 48 | " 3 " | 82 | " 3 " | 116 | " 4 " |
| 15 | " 3 " | 49 | " 4 " | 83 | " 4 " | 117 | 西戸越 1丁目 |
| 16 | " 4 " | 50 | " 5 " | 84 | " 5 " | 118 | " 2 " |
| 17 | " 5 " | 51 | 大井林 町 | 85 | " 6 " | 119 | 東戸越 1丁目 |
| 18 | 東品川 1丁目 | 52 | " 鮫洲町 | 86 | " 7 " | 120 | " 2 " |
| 19 | " 2 " | 53 | " 元芝町 | 87 | " 8 " | 121 | " 3 " |
| 20 | " 3 " | 54 | " 立会町 | 88 | 荏 原 1 丁目 | 122 | " 4 " |
| 21 | " 4 " | 55 | " 北浜川町 | 89 | " 2 " | 123 | " 5 " |
| 22 | " 5 " | 56 | " 関ヶ原町 | 90 | " 3 " | 124 | 豊 町 1 " |
| 23 | 天 王 洲 町 | 57 | " 寺 下 町 | 91 | " 4 " | 125 | " 2 " |
| 24 | 上大崎長者丸 | 58 | " 南浜川町 | 92 | " 5 " | 126 | " 3 " |
| 25 | 上大崎中丸 | 59 | " 鈴ヶ森町 | 93 | " 6 " | 127 | " 4 " |
| 26 | 上大崎 1丁目 | 60 | " 水 神 町 | 94 | " 7 " | 128 | " 5 " |
| 27 | " 2 " | 61 | " 坂 下 町 | 95 | 平 塚 1 丁目 | 129 | " 6 " |
| 28 | " 3 " | 62 | " 勝 島 町 | 96 | " 2 " | 130 | 二葉町 1丁目 |
| 29 | " 4 " | 63 | " 権現 町 | 97 | " 3 " | 131 | " 2 " |
| 30 | " 5 " | 64 | " 海 岸 町 | 98 | " 4 " | 132 | " 3 " |
| 31 | 下大崎 1丁目 | 65 | " 鑑 町 | 99 | " 5 " | 133 | " 4 " |
| 32 | " 2 " | 66 | " 森 下 町 | 100 | " 6 " | 134 | " 5 " |
| 33 | 五反田町 1丁目 | 67 | " 鹿 島 町 | 101 | " 7 " | 135 | " 6 " |
| 34 | " 2 " | 68 | " 山 中 町 | 102 | " 8 " | | |

付 7-3

付表 7-4-2

近接駅までの距離と所要時分、運賃（1ヶ月、通勤）

| 距 離 | 所 要 時 分 | | | | 一ヶ月通勤 定期運賃(円) |
|-----------------------|---------|-----|-----|----|------------------|
| | 徒 歩 | バス待 | バ ス | 計 | |
| 0～0.5 _{km} | 3分 | — | — | 3分 | 0 |
| 0.6～1.0 _{km} | 8 | — | — | 8 | 0 |
| 1.1～1.5 | 2 | 5 | 5 | 12 | 420 _円 |
| 1.6～2.0 | 2 | 5 | 7 | 14 | 420 |
| 2.1～2.5 | 2 | 5 | 9 | 16 | 420 |
| 2.6～3.0 | 2 | 5 | 11 | 18 | 420 |
| 3.1～3.5 | 2 | 5 | 13 | 20 | 420 |
| 3.6～4.0 | 2 | 5 | 15 | 22 | 630 |
| 4.1～4.5 | 2 | 5 | 17 | 24 | 630 |
| 4.6～5.0 | 2 | 5 | 19 | 26 | 630 |
| 5.1～5.5 | 2 | 5 | 21 | 28 | 630 |
| 5.5～6.0 | 2 | 5 | 23 | 30 | 630 |
| 6.1～6.5 | 2 | 5 | 25 | 32 | 840 |
| 6.6～7.0 | 2 | 5 | 27 | 34 | 840 |
| 7.1～7.5 | 2 | 5 | 29 | 36 | 840 |

付表 7-4-3

東京駅までの所要時分および運賃

| 線名 | 駅 名 | ｔ(分) | C(円) | 線名 | 駅 名 | ｔ(分) | C(円) |
|---------------|------|-------------|-------|-----------|-------|------------|-------|
| 山手線 | 品川 | 12.0 | 350 | 池上線 | 五反田 | 山手線・五反田に同じ | |
| | 大崎 | 15.5 | 490 | | 大崎広小路 | 23.5 | 855 |
| | 五反田 | 17.5 | 540 | | 戸越銀座 | 25.5 | 940 |
| | 目黒 | 19.5 | 590 | | 荏原中延 | 27.5 | 1,020 |
| 京浜 急行 線 | 品川 | 東海道線・品川に同じ | | | 旗の台 | 27.5 | 1,080 |
| | 北品川 | 25.0 | 660 | | 長原 | 31.0 | 1,080 |
| | 北馬場 | 27.0 | 730 | | 洗足池 | 33.0 | 1,130 |
| | 南馬場 | 28.0 | 730 | | 石川台 | 34.5 | 1,130 |
| | 青物横丁 | 24.5 | 800 | | 雪ヶ谷大塚 | 36.0 | 1,180 |
| | 鮫洲 | 30.0 | 800 | | 御岳山前 | 37.5 | 1,230 |
| | 立会川 | 26.5 | 870 | | 久ヶ原 | 38.0 | 1,280 |
| | 大森海岸 | 34.0 | 930 | | 千鳥町 | 36.0 | 1,210 |
| | 平和島 | 25.5 | 990 | | 池上 | 33.5 | 1,130 |
| | 大森町 | 34.0 | 1,040 | | 蓮沼 | 30.5 | 1,045 |
| | 梅屋敷 | 36.0 | 1,090 | | 蒲田 | 東海道線・蒲田に同じ | |
| | 京浜蒲田 | 29.5 | 1,090 | | 目黒 | 山手線・目黒に同じ | |
| | 雑色 | 39.0 | 1,180 | 不動前 | 24.0 | 915 | |
| | 六郷土手 | 41.0 | 1,210 | 武蔵小山 | 26.0 | 1,000 | |
| 東海道線 | 品川 | 12.0 | 350 | 目黒 蒲田線 | 西小山 | 27.5 | 1,080 |
| | 大井町 | 15.5 | 620 | | 洗足 | 29.0 | 1,140 |
| | 大森 | 18.5 | 720 | | 大岡山 | 30.5 | 1,130 |
| | 蒲田 | 21.5 | 810 | | 奥沢 | 33.0 | 1,180 |
| 田園 都市 線 | 大井町 | 東海道線・大井町に同じ | | | 田園調布 | 34.5 | 1,460 |
| | 下神明 | 21.5 | 855 | | 多摩川園 | 36.5 | 1,500 |
| | 戸越公園 | 23.0 | 940 | | 沼部 | 35.0 | 1,320 |
| | 中延 | 24.5 | 1,020 | | 鶴の木 | 33.0 | 1,270 |
| | 荏原町 | 26.0 | 1,020 | | 下丸子 | 31.0 | 1,210 |
| | 旗の台 | 27.5 | 1,080 | | 武蔵新田 | 29.5 | 1,210 |
| | 北千束 | 29.5 | 1,080 | | 矢口渡 | 27.5 | 1,130 |
| | 大岡山 | 30.5 | 1,130 | | 蒲田 | 東海道線・蒲田に同じ | |
| | 緑ヶ丘 | 33.5 | 1,180 | | | | |
| | 自由ヶ丘 | 37.5 | 1,370 | | | | |
| | 九品仏 | 37.5 | 1,230 | | | | |
| | 尾山台 | 39.5 | 1,280 | | | | |
| | 等々力 | 41.0 | 1,320 | | | | |
| | 上野毛 | 43.0 | 1,360 | | | | |
| 二子玉川園 | 45.5 | 1,200 | | | | | |

付 7-5

付表 7-4-4 (1)

大田区 夜間人口・通勤人口

| 町丁番号 | 夜間人口 | 通勤人口 | 町丁番号 | 夜間人口 | 通勤人口 | 町丁番号 | 夜間人口 | 通勤人口 | 町丁番号 | 夜間人口 | 通勤人口 |
|------|--------|------|------|--------|-------|------|--------|------|------|--------|-------|
| 1 | 7,126 | 470 | 34 | 25,64 | 170 | 67 | 4,396 | 290 | 100 | 3,634 | 240 |
| 2 | 6,574 | 435 | 5 | 479 | 32 | 8 | 4,343 | 285 | 1 | 888 | 60 |
| 3 | 10,021 | 660 | 6 | 14,932 | 990 | 9 | 2,066 | 135 | 2 | 1,939 | 130 |
| 4 | 6,492 | 430 | 7 | 6,898 | 460 | 70 | 26,33 | 175 | 3 | 4,425 | 290 |
| 5 | 6,203 | 410 | 8 | 4,012 | 265 | 1 | 3,765 | 250 | 4 | 3,282 | 215 |
| 6 | 4,862 | 380 | 9 | 16,289 | 1,075 | 2 | 615 | 40 | 5 | 2,906 | 190 |
| 7 | 8,372 | 555 | 40 | 13,528 | 895 | 3 | 8,883 | 585 | 6 | 9,229 | 610 |
| 8 | 8,051 | 530 | 1 | 10,885 | 720 | 4 | 7,029 | 465 | 7 | 7,639 | 505 |
| 9 | 7,439 | 490 | 2 | 3,280 | 215 | 5 | 21 | 0 | 8 | 3,887 | 255 |
| 10 | 2,732 | 180 | 3 | 6,026 | 400 | 6 | 5,378 | 355 | 9 | 6,854 | 455 |
| 1 | 4,329 | 285 | 4 | 7,448 | 490 | 7 | 4,459 | 295 | 110 | 4,777 | 315 |
| 2 | 4,905 | 325 | 5 | 6,471 | 425 | 8 | 2,086 | 140 | 1 | 3,163 | 210 |
| 3 | 5,862 | 385 | 6 | 2,240 | 150 | 9 | 5,929 | 390 | 2 | 2,070 | 135 |
| 4 | 5,019 | 330 | 7 | 2,424 | 160 | 80 | 2,675 | 175 | 3 | 752 | 50 |
| 5 | 2,568 | 170 | 8 | 2,263 | 150 | 1 | 977 | 65 | 4 | 9,538 | 630 |
| 6 | 2,189 | 145 | 9 | 3,723 | 245 | 2 | 3,395 | 225 | 5 | 5,179 | 340 |
| 7 | 4,466 | 295 | 50 | 8,415 | 555 | 3 | 5,238 | 345 | 6 | 4,217 | 280 |
| 8 | 3,652 | 240 | 1 | 8,885 | 590 | 4 | 5,699 | 380 | 7 | 3,656 | 240 |
| 9 | 1,860 | 125 | 2 | 21,306 | 1410 | 5 | 3,211 | 210 | 8 | 4,262 | 280 |
| 20 | 5,255 | 350 | 3 | 1,832 | 120 | 6 | 2,582 | 170 | 9 | 3,710 | 245 |
| 1 | 3,180 | 210 | 4 | 26,078 | 1725 | 7 | 7,724 | 510 | 120 | 4,688 | 310 |
| 2 | 6,157 | 405 | 5 | 21,129 | 1,395 | 8 | 7,177 | 475 | 1 | 5,476 | 360 |
| 3 | 5,354 | 355 | 6 | 1,588 | 105 | 9 | 5,689 | 375 | 2 | 5,868 | 390 |
| 4 | 7,411 | 345 | 7 | 10,616 | 700 | 90 | 884 | 59 | 3 | 7,802 | 515 |
| 5 | 2,814 | 185 | 8 | 15,255 | 1,186 | 1 | 13,831 | 910 | | | |
| 6 | 5,828 | 385 | 9 | 2,878 | 190 | 2 | 11,820 | 780 | 合計 | 71,382 | 4,715 |
| 7 | 7,853 | 520 | 60 | 10,515 | 695 | 3 | 5,977 | 395 | | | |
| 8 | 5,629 | 370 | 1 | 13,157 | 865 | 4 | 4,145 | 275 | | | |
| 9 | 10,410 | 690 | 2 | 4,607 | 305 | 5 | 5,802 | 385 | | | |
| 30 | 4,061 | 270 | 3 | 5,130 | 340 | 6 | 5,480 | 360 | | | |
| 1 | 3,036 | 200 | 4 | 559 | 37 | 7 | 4,299 | 285 | | | |
| 2 | 3,612 | 240 | 5 | 8,697 | 575 | 8 | 2,534 | 165 | | | |
| 3 | 9,438 | 625 | 6 | 3,037 | 200 | 9 | 3,340 | 220 | | | |

付表 7-4-4 (2) 品川区 夜間人口・通勤人口

| 町丁 番号 | 夜間 人口 | 通勤 人口 | 町丁 番号 | 夜間 人口 | 通勤 人口 | 町丁 番号 | 夜間 人口 | 通勤 人口 | 町丁 番号 | 夜間 人口 | 通勤 人口 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 4,960 | 430 | 37 | 1,639 | 145 | 73 | 2,406 | 210 | 109 | 3,102 | 270 |
| 2 | 5,486 | 480 | 8 | 2,155 | 190 | 4 | 8,496 | 740 | 110 | 2,553 | 220 |
| 3 | 3,732 | 325 | 9 | 1,156 | 100 | 5 | 5,528 | 485 | 1 | 2,442 | 215 |
| 4 | 2,727 | 240 | 40 | 2,116 | 185 | 6 | 3,863 | 340 | 2 | 4,906 | 430 |
| 5 | 757 | 66 | 1 | 1,875 | 165 | 7 | | | 3 | 4,118 | 360 |
| 6 | 835 | 73 | 2 | 5,847 | 530 | 8 | 3,160 | 275 | 4 | 3,438 | 300 |
| 7 | 2,949 | 260 | 3 | 3,425 | 300 | 9 | 4,669 | 400 | 5 | 2,930 | 255 |
| 8 | 3,318 | 290 | 4 | 2,211 | 195 | 80 | 1,515 | 135 | 6 | 3,087 | 270 |
| 9 | 3,053 | 265 | 5 | 4,350 | 380 | 1 | 4,537 | 395 | 7 | 3,968 | 345 |
| 10 | 6,002 | 525 | 6 | 1,783 | 145 | 2 | 4,050 | 355 | 8 | 4,718 | 410 |
| 1 | 8,075 | 705 | 7 | 370 | 32 | 3 | 3,554 | 310 | 9 | 3,828 | 350 |
| 2 | 3,877 | 340 | 8 | 5,109 | 445 | 4 | 3,317 | 270 | 120 | 3,257 | 285 |
| 3 | 272 | 24 | 9 | 2,873 | 245 | 5 | 5,178 | 455 | 1 | 3,696 | 325 |
| 4 | 656 | 58 | 50 | 1,248 | 110 | 6 | 897 | 79 | 2 | 3,566 | 310 |
| 5 | 5,052 | 440 | 1 | 2,573 | 225 | 7 | 999 | 88 | 3 | 2,584 | 225 |
| 6 | 6,187 | 563 | 2 | 4,356 | 380 | 8 | 2,874 | 250 | 4 | 3,639 | 320 |
| 7 | 3,432 | 300 | 3 | 3,928 | 340 | 9 | 2,617 | 230 | 5 | 5,006 | 440 |
| 8 | 1,706 | 150 | 4 | 4,509 | 395 | 90 | 2,668 | 235 | 6 | 2,320 | 200 |
| 9 | 2,337 | 205 | 5 | 5,551 | 485 | 1 | 2,372 | 205 | 7 | 4,305 | 375 |
| 20 | 1,503 | 130 | 6 | 2,991 | 260 | 2 | 2,120 | 185 | 8 | 3,180 | 280 |
| 1 | 2,552 | 220 | 7 | 1,917 | 165 | 3 | 2,867 | 250 | 9 | 4,190 | 340 |
| 2 | 818 | 71 | 8 | 1,522 | 135 | 4 | 3,341 | 290 | 130 | 3,443 | 300 |
| 3 | 667 | 59 | 9 | 2,131 | 185 | 5 | 1,337 | 115 | 1 | 3,119 | 270 |
| 4 | 1,740 | 150 | 60 | 3,691 | 320 | 6 | 2,897 | 255 | 2 | 2,289 | 200 |
| 5 | 1,312 | 115 | 1 | 1,013 | 90 | 7 | 2,930 | 255 | 3 | 2,402 | 210 |
| 6 | 2,309 | 200 | 2 | 1,841 | 160 | 8 | 2,017 | 175 | 4 | 3,654 | 320 |
| 7 | 1,854 | 160 | 3 | 1,296 | 115 | 9 | 3,861 | 335 | 5 | 4,310 | 375 |
| 8 | 1,251 | 110 | 4 | 1,470 | 130 | 100 | 5,137 | 450 | | | |
| 9 | 1,791 | 155 | 5 | 4,249 | 370 | 1 | 1,479 | 130 | 合計 | 406,925 | 35,521 |
| 30 | 489 | 43 | 6 | 6,262 | 545 | 2 | 2,775 | 240 | | | |
| 1 | 571 | 50 | 7 | 3,113 | 270 | 3 | 3,707 | 325 | | | |
| 2 | 1,991 | 175 | 8 | 5,049 | 440 | 4 | 2,658 | 230 | | | |
| 3 | 3,273 | 285 | 9 | 3,171 | 275 | 5 | 2,990 | 260 | | | |
| 4 | 1,317 | 115 | 70 | 4,675 | 410 | 6 | 3,884 | 340 | | | |
| 5 | 1,605 | 140 | 1 | 2,769 | 240 | 7 | 2,614 | 230 | | | |
| 6 | 341 | 30 | 2 | 4,820 | 420 | 8 | 3,770 | 330 | | | |

付表 7-4-5 各駅乗車人員および都心着乗車人員

| 駅 名 | 乗車人員 | 都心着乗車人員 | 駅 名 | 乗車人員 | 都心着乗車人員 | 駅 名 | 乗車人員 | 都心着乗車人員 |
|-----------|--------|---------|-----------|--------|---------|-------|---------|---------|
| 山 手 線 | | | 小 計 | 65,742 | 35,816 | 御岳山前 | 5,007 | 896 |
| 品 川 | 21,289 | 3,754 | | | | 久 ヶ 原 | 6,550 | 1,171 |
| 大 崎 | 20,749 | 2,184 | 田 園 都 市 線 | | | 千 鳥 町 | 4,622 | 827 |
| 五 反 田 | 15,949 | 3,672 | 大 井 町 | | | 池 上 | 10,867 | 1,944 |
| 目 黒 | 16,096 | 6,299 | 下 神 明 | 5,334 | 849 | 蓮 沼 | 4,148 | 742 |
| 小 計 | 74,083 | 15,909 | 戸越公園 | 10,942 | 741 | 小 計 | 75,755 | 12,813 |
| | | | 中 延 | 4,667 | 742 | | | |
| 京 浜 急 行 線 | | | 荏 原 町 | 10,697 | 1,702 | 目 蒲 線 | | |
| 品 川 | | | 旗 の 台 | 14,773 | 2,350 | 目 黒 | | |
| 北 品 川 | 1,825 | 272 | 北 千 束 | 2,666 | 421 | 不 動 前 | 9,280 | 589 |
| 北 馬 場 | 2,258 | 366 | 大 岡 山 | | | 武蔵小山 | 18,410 | 1,169 |
| 南 馬 場 | 2,511 | 306 | 緑 ヶ 丘 | 4,246 | 675 | 西 小 山 | 11,311 | 718 |
| 青物横丁 | 5,522 | 310 | 自由ヶ丘 | 4,072 | 489 | 洗 足 | 6,390 | 406 |
| 絞 洲 | 1,716 | 139 | 九 品 仏 | 8,706 | 1,385 | 大 岡 山 | 22,617 | 1,437 |
| 立 会 川 | 3,924 | 504 | 尾 山 台 | 8,700 | 1,384 | 奥 沢 | 5,117 | 325 |
| 大 森 海 岸 | 1,646 | 113 | 等 々 力 | 4,470 | 711 | 田園調布 | 28,871 | 1,834 |
| 平 和 島 | 6,617 | 685 | 上 野 毛 | 4,566 | 726 | 多摩川園 | 11,031 | 701 |
| 大 森 町 | 3,286 | 422 | 小 計 | 83,839 | 13,175 | 沼 部 | 4,538 | 487 |
| 梅 屋 敷 | 2,327 | 333 | | | | 鶴 の 木 | 6,921 | 743 |
| 京浜蒲田 | 4,601 | 547 | 池 上 線 | | | 下 丸 子 | 13,585 | 1,459 |
| 雑 色 | 4,912 | 514 | 五 反 田 | | | 武蔵新田 | 10,469 | 1,124 |
| 六郷土手 | 3,344 | 199 | 大崎広小路 | 1,413 | 229 | 矢 口 渡 | 11,831 | 1,282 |
| 小 計 | 44,489 | 4,700 | 戸越銀座 | 8,050 | 1,307 | 小 計 | 120,569 | 12,274 |
| | | | 荏 原 中 延 | 8,385 | 1,360 | | | |
| 東 海 道 線 | | | 旗 の 台 | | 0 | | | |
| 品 川 | | | 長 原 | 6,509 | 1,057 | | | |
| 大 井 町 | 19,014 | 9,625 | 洗 足 池 | 5,139 | 834 | | | |
| 大 森 | 26,498 | 17,050 | 石 川 台 | 6,401 | 1,039 | | | |
| 蒲 田 | 20,230 | 9,141 | 雪ヶ谷大塚 | 8,664 | 1,046 | | | |

付表 7-4-7

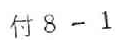
 α の値に対する各路線の $(Q^e - \sum_{i \in r} P_i)^2$ と δ_2 ($\times 10^{-5}$)

| $(Q^e - \sum_{i \in r} P_i)^2$ | | | | | | $\delta_2^2 = \sum (Q^e - \sum' P_i)^2$ |
|--------------------------------|--------|---------|---------|--------|--------|---|
| α | l_0 | l_1 | l_2 | l_4 | l_5 | |
| 0 | 62.500 | 86.670 | 569.000 | 87.500 | 9.624 | 815.300 |
| 0.01 | 54.520 | 86.670 | 569.000 | 87.500 | 6.659 | 804.300 |
| 0.02 | 61.750 | 7.039 | 138.600 | 23.960 | 16.150 | 247.500 |
| 0.03 | 20.450 | 36.710 | 3.003 | 29.860 | 6.659 | 96.680 |
| 0.04 | 13.810 | 84.740 | 1.998 | 39.320 | 6.659 | 146.500 |
| 0.05 | 2.209 | 127.500 | 12.250 | 39.320 | 0.123 | 18.400 |
| 0.06 | 2.209 | 162.900 | 24.710 | 39.320 | 0.123 | 229.300 |
| 0.07 | 0.081 | 212.600 | 46.100 | 39.320 | 2.016 | 300.100 |
| 0.08 | 0.081 | 212.600 | 64.110 | 25.540 | 2.016 | 304.400 |
| 0.10 | 0.081 | 230.000 | 73.820 | 25.540 | 2.016 | 331.500 |
| 0.12 | 1.600 | 230.000 | 73.820 | 25.540 | 5.761 | 336.700 |
| 0.14 | 1.600 | 311.800 | 122.900 | 25.540 | 5.761 | 467.600 |
| 0.16 | 1.600 | 311.800 | 122.900 | 25.540 | 5.761 | 467.600 |
| 0.18 | 1.600 | 399.300 | 179.800 | 25.540 | 5.761 | 612.000 |
| 0.20 | 1.600 | 399.300 | 179.800 | 25.540 | 5.761 | 612.000 |
| 0.22 | 1.600 | 399.300 | 179.800 | 25.540 | 5.761 | 612.000 |
| 0.24 | 1.600 | 554.100 | 287.800 | 25.540 | 5.761 | 874.900 |
| 0.26 | 1.600 | 554.100 | 287.800 | 25.540 | 5.761 | 874.900 |
| 0.28 | 1.600 | 653.500 | 360.600 | 25.540 | 5.761 | 1047.000 |
| 0.30 | 1.600 | 653.500 | 360.600 | 25.540 | 5.761 | 1047.000 |

第 8 章

付 図 付 表

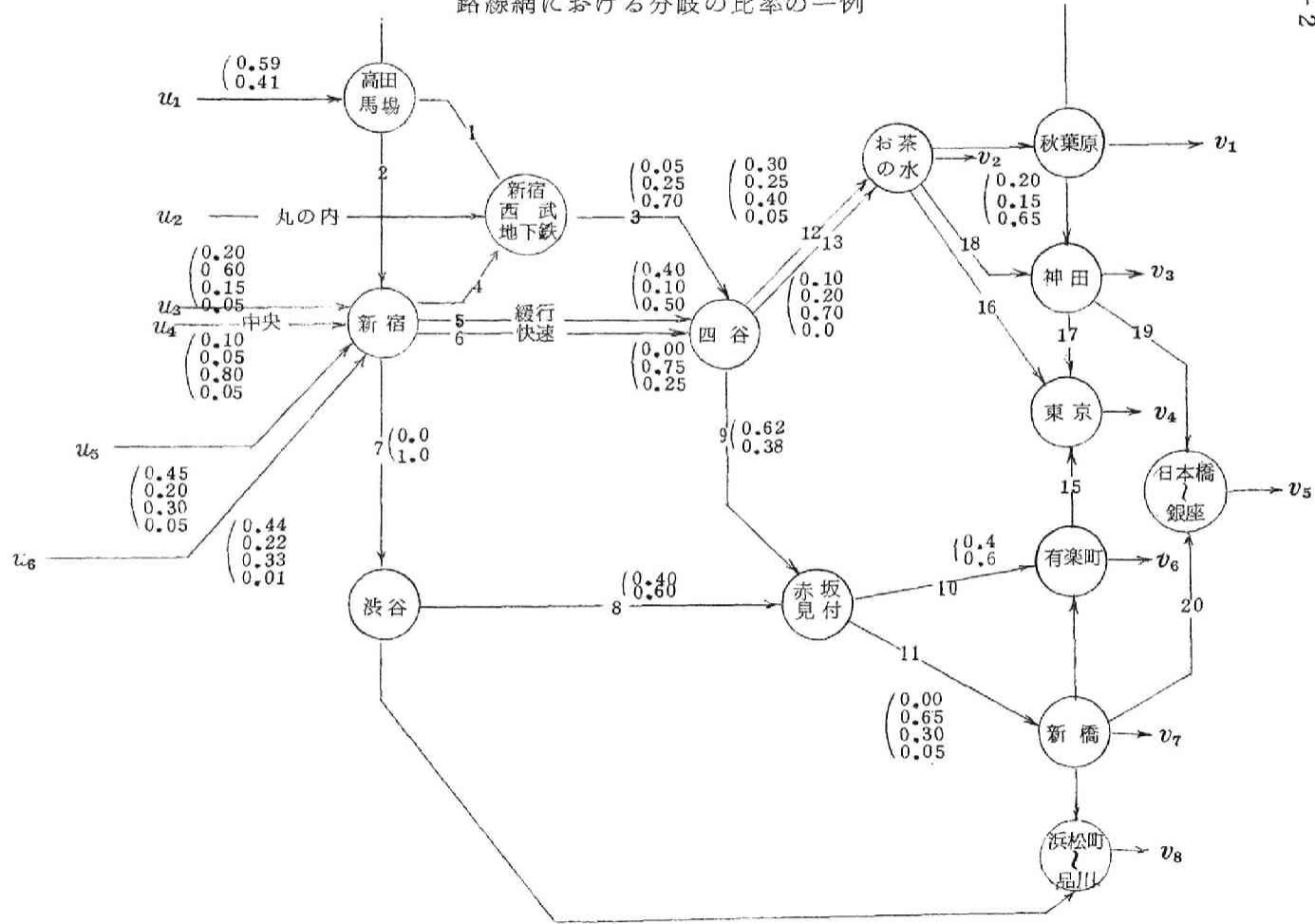
14-8-6-1



付図 8-6-2

路線網における分岐の比率の一例

付 8-2



付表 8-6-3

 $\lambda_{0*}^{m,n'}$ の 5 次 近 似 値

| 吸 収 発 生 | 総武線方面へ 1 | お茶の水 2 | 神 田 3 | 東 京 4 | 巖 座 5 | 有 楽 町 6 | 新 橋 7 | 品川渋谷間へ 8 | 計 |
|-------------|-------------|-----------|----------|-----------|----------|------------|----------|-------------|-----------|
| 西武新宿線 1 | 2 4 4 | 1,0 9 3 | 6 8 6 | 3,9 3 0 | 2,4 5 8 | 2,9 7 5 | 8 8 5 | 1,7 2 6 | 1 3,9 9 7 |
| 地下鉄荻窪線 2 | 5 6 | 2 5 5 | 1 6 0 | 1,2 0 6 | 8 9 3 | 1,1 9 3 | 3 5 4 | 5 4 | 4,1 7 1 |
| 中央緩行線 3 | 3 9 9 | 1,2 6 8 | 6 1 1 | 3,4 5 2 | 2,0 1 3 | 2,3 7 4 | 7 0 4 | 6 9 7 | 1 1,5 1 8 |
| 中央快速線 4 | 1,1 7 9 | 6,3 9 0 | 4,3 9 7 | 17,4 1 0 | 7,3 7 8 | 5,9 7 9 | 1,7 7 6 | 2,6 7 7 | 4 7,1 8 6 |
| 京 王 線 5 | 1 6 2 | 6 8 2 | 4 1 2 | 2,1 7 6 | 1,2 5 8 | 1,4 4 3 | 4 2 9 | 4 1 5 | 6,9 7 7 |
| 小田急 線 6 | 2 1 5 | 9 0 1 | 5 4 4 | 2,8 2 6 | 1,6 1 1 | 1,8 2 9 | 5 4 4 | 1 7 0 | 8,6 4 0 |
| 計 | 2,2 5 5 | 1 0,5 8 9 | 6,8 1 0 | 3 1,0 0 0 | 15,6 1 1 | 1 5,7 9 3 | 4,6 9 2 | 5,7 3 9 | 9 2,4 8 9 |

付表 8-6-4 将来 OD 表 (${}^mX_{0\infty}^{n'}$ 表)

| 吸 収 発 生 | 総武線方面 1 ^ | お茶の水 2 | 神 田 3 | 東 京 4 | 銀 座 5 | 有 楽 町 6 | 新 橋 7 | 品川渋谷間 8 ^ | 計 |
|--------------|--------------|-----------|----------|----------|----------|------------|----------|--------------|---------|
| 西武新宿線 1 | 1,757 | 3,462 | 2,159 | 12,622 | 7,361 | 8,697 | 2,639 | 5,485 | 44,200 |
| 地下鉄荻窪線 2 | 973 | 1,689 | 1,054 | 8,150 | 5,528 | 7,164 | 2,184 | 359 | 27,101 |
| 中央緩行線 3 | 4,940 | 6,261 | 2,999 | 17,325 | 9,310 | 10,666 | 3,245 | 3,455 | 58,201 |
| 中央快速線 4 | 9,591 | 22,169 | 15,159 | 61,264 | 24,143 | 19,072 | 5,789 | 9,312 | 166,499 |
| 京 王 線 5 | 2,093 | 3,501 | 2,103 | 11,346 | 6,039 | 6,733 | 2,050 | 2,135 | 36,000 |
| 小 田 急 線 6 | 2,738 | 4,578 | 2,746 | 14,593 | 7,659 | 8,449 | 2,573 | 864 | 44,200 |
| 計 | 22,110 | 41,660 | 26,220 | 125,300 | 60,040 | 60,781 | 18,480 | 21,610 | 376,201 |

付表 8-6-5 OD 交通量の増加率 ($m_a n'$)

| 発 生 吸 収 | 総武線方面へ r1 | お茶の水 2 | 神 田 3 | 東 京 4 | 銀 座 5 | 有 楽 町 6 | 新 橋 7 | 品川渋谷間へ 8 | 計 |
|------------------|--------------|-----------|----------|----------|----------|------------|----------|-------------|-------|
| 西武新宿線 s1 | 1.148 | 1.461 | 1.466 | 1.452 | 1.501 | 1.520 | 1.506 | 1.459 | 1.463 |
| 地下鉄荻窪線 2 | 1.061 | 1.178 | 1.179 | 1.174 | 1.193 | 1.200 | 1.193 | 1.177 | 1.182 |
| 中央線行線 3 | 1.088 | 1.254 | 1.256 | 1.249 | 1.276 | 1.286 | 1.277 | 1.253 | 1.247 |
| 中央快速線 4 | 1.140 | 1.405 | 1.409 | 1.397 | 1.440 | 1.457 | 1.443 | 1.403 | 1.395 |
| 京 王 線 5 | 1.084 | 1.242 | 1.244 | 1.237 | 1.263 | 1.273 | 1.265 | 1.241 | 1.240 |
| 小田急線 6 | 1.085 | 1.245 | 1.247 | 1.240 | 1.266 | 1.276 | 1.268 | 1.245 | 1.243 |
| 計 | 1.114 | 1.341 | 1.351 | 1.329 | 1.351 | 1.351 | 1.340 | 1.362 | 1.326 |

付表 8-6-6

| 発生 | 吸収 | | | | | | | |
|----|----|--------|--------|--------|-------|--------|-------|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 713 | 817 | 713 | 0 | 354 | 463 | |
| | 2 | 1,114 | 1,256 | 1,114 | 0 | 327 | 929 | |
| | 3 | 694 | 775 | 694 | 0 | 125 | 650 | |
| | 4 | 3,665 | 1,358 | 3,665 | 0 | 484 | 871 | |
| | 5 | 5,337 | 3,236 | 5,337 | 0 | 744 | 2,492 | |
| | 6 | 4,640 | 1,083 | 4,640 | 0 | 507 | 376 | |
| | 7 | 1,420 | 362 | 1,420 | 0 | 155 | 177 | |
| | 8 | 237 | 3,522 | 237 | 0 | 26 | 29 | 3, |
| | 計 | 17,818 | 12,382 | 17,820 | 0 | 2,725 | 6,187 | 3, |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 917 | 0 | 0 | 0 | |
| | 2 | 0 | 0 | 1,434 | 0 | 0 | 0 | |
| | 3 | 0 | 0 | 892 | 0 | 0 | 0 | |
| | 4 | 0 | 0 | 4,706 | 0 | 0 | 0 | |
| | 5 | 0 | 0 | 6,872 | 0 | 0 | 0 | |
| | 6 | 0 | 0 | 5,971 | 0 | 0 | 0 | |
| | 7 | 0 | 0 | 1,830 | 0 | 0 | 0 | |
| | 8 | 0 | 0 | 305 | 0 | 0 | 0 | |
| | 計 | 0 | 0 | 22,927 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 374 | 374 | 3,641 | 525 | |
| | 2 | 0 | 0 | 584 | 584 | 3,361 | 1,050 | |
| | 3 | 0 | 0 | 366 | 366 | 1,288 | 735 | |
| | 4 | 0 | 0 | 2,828 | 2,828 | 8,220 | 2,82 | |
| | 5 | 0 | 0 | 1,887 | 1,887 | 4,425 | | |
| | 6 | 0 | 0 | 2,431 | 2,431 | 5,207 | | |
| | 7 | 0 | 0 | 745 | 745 | 0 | | |
| | 8 | 0 | 0 | 124 | 124 | | | |
| | 計 | 0 | 0 | 9,336 | 9,336 | 15,646 | | |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 477 | 477 | 15,646 | | |
| | 2 | 0 | 0 | 1,244 | 1,244 | 208 | | |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 計 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |

付表 8-6-7

| 発生 | 吸収 | $m\alpha n'$ | | | |
|----|----|--------------|--------|--------|--------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 1 | 1,148 | 819 | 938 | 819 |
| | 2 | 1,461 | 1,628 | 1,835 | 1,628 |
| | 3 | 1,466 | 1,017 | 1,136 | 1,017 |
| | 4 | 1,452 | 5,322 | 1,972 | 5,322 |
| | 5 | 1,501 | 8,048 | 4,880 | 3,048 |
| | 6 | 1,520 | 7,053 | 1,646 | 7,053 |
| | 7 | 1,506 | 2,139 | 544 | 2,139 |
| | 8 | 1,459 | 346 | 5,139 | 346 |
| | 計 | 11,513 | 26,372 | 18,090 | 26,372 |
| 2 | 1 | 1,061 | 0 | 0 | 973 |
| | 2 | 1,178 | 0 | 0 | 1,689 |
| | 3 | 1,179 | 0 | 0 | 1,052 |
| | 4 | 1,174 | 0 | 0 | 5,525 |
| | 5 | 1,193 | 0 | 0 | 8,198 |
| | 6 | 1,200 | 0 | 0 | 7,165 |
| | 7 | 1,193 | 0 | 0 | 2,183 |
| | 8 | 1,177 | 0 | 0 | 359 |
| | 計 | 9,355 | | 0 | 27,144 |
| 3 | 1 | 1,088 | | 0 | 407 |
| | 2 | 1,254 | | | 732 |
| | 3 | 1,256 | | | |
| | 4 | 1,249 | | | |
| | 5 | 1,276 | | | |
| | 6 | 1,286 | | | |
| | 7 | 1,277 | | | |
| | 8 | 1,253 | | | |
| | 計 | 9,939 | | 0 | |
| 4 | 1 | 1,140 | | | |
| | 2 | 1,405 | | | |
| | 3 | 1,409 | | | |
| | 4 | 1,397 | | | |
| | 5 | 1,440 | | | |
| | 6 | 1,457 | | | |
| | 7 | 1,443 | | | |
| | 8 | 1,403 | | | |
| | 計 | 11,094 | | 0 | |
| 5 | 1 | 1,084 | | | |
| | 2 | 1,242 | | | |
| | 3 | 1,244 | | | |
| | 4 | 1,237 | | | |

mX_{i*}^d - 表

付 8-9

| L i n k | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|-----|--------|--------|--------|--------|---------|
| 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 532 | 0 | 0 | 0 | 0 | 682 | 1,076 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,750 |
| ,357 | 0 | 0 | 0 | 0 | 723 | 2,738 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,462 |
| 953 | 0 | 0 | 0 | 0 | 232 | 1,923 | 0 | 0 | 0 | 2,159 | 0 | 0 | 2,159 |
| ,265 | 0 | 5,539 | 5,539 | 0 | 317 | 1,436 | 5,539 | 144 | 6,938 | 6,938 | 0 | 0 | 12,622 |
| 1,758 | 0 | 5,790 | 0 | 5,730 | 777 | 6,424 | 0 | 0 | 0 | 1,663 | 1,663 | 5,730 | 7,361 |
| 876 | 0 | 8,697 | 8,697 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,697 |
| 237 | 0 | 2,642 | 0 | 2,542 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,639 |
| 42 | 5,058 | 426 | 0 | 426 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,485 |
| 1,050 | 5,058 | 23,034 | 14,236 | 8,798 | 2,731 | 13,597 | 5,539 | 144 | 6,938 | 10,760 | 1,663 | 5,730 | 44,200 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 365 | 608 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 973 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 338 | 1,351 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,689 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 108 | 943 | 0 | 0 | 0 | 1,054 | 0 | 0 | 1,054 |
| 0 | 0 | 4,673 | 4,673 | 0 | 148 | 704 | 4,673 | 67 | 3,413 | 3,413 | 0 | 0 | 8,150 |
| 0 | 0 | 4,729 | 0 | 4,729 | 356 | 3,114 | 0 | 0 | 0 | 801 | 801 | 4,729 | 5,528 |
| 0 | 0 | 7,165 | 7,165 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,164 |
| 0 | 0 | 2,183 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,184 |
| 0 | 0 | 359 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 19,109 | 11,838 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 571 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ,317 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 923 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,173 | 1,173 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,527 | 0 | 6,904 | 6,904 | 0 | 4,521 | 5,903 | 6,904 | 729 | 9,693 | 9,693 | 0 | 0 | 0 |
| ,254 | 0 | 7,026 | 0 | 7,026 | 893 | 1,391 | 0 | 0 | 0 | 2,285 | 2,285 | 7,026 | 9,310 |
| 837 | 0 | 10,664 | 10,664 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,666 |
| 255 | 0 | 3,245 | 0 | 3,245 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,245 |
| 41 | 2,925 | 531 | 0 | 531 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,455 |
| ,725 | 2,925 | 28,370 | 17,568 | 10,802 | 14,056 | 12,856 | 6,904 | 729 | 9,693 | 14,977 | 2,285 | 7,026 | 58,201 |
| 1,161 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,020 | 8,569 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,591 |
| ,115 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,048 | 21,121 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22,169 |
| ,121 | 0 | 0 | 0 | 0 | 337 | 14,823 | 0 | 0 | 0 | 15,164 | 0 | 0 | 15,159 |
| 1,771 | 0 | 12,194 | 12,194 | 0 | 1,292 | 47,777 | 12,194 | 208 | 53,052 | 53,052 | 0 | 0 | 61,264 |
| 1,312 | 0 | 12,519 | 0 | 12,519 | 258 | 11,362 | 0 | 0 | 0 | 11,622 | 11,622 | 12,519 | 24,143 |
| ,934 | 0 | 19,077 | 19,077 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19,072 |
| ,925 | 0 | 5,791 | 0 | 5,791 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,789 |
| 636 | 8,370 | 939 | 0 | 939 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,312 |
| 2975 | 8,370 | 50,520 | 31,271 | 19,249 | 3,955 | 10,3652 | 12,194 | 208 | 53,052 | 79,838 | 11,622 | 12,519 | 166,499 |
| 708 | 0 | 0 | 0 | 0 | 968 | 1,125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,093 |
| ,622 | 0 | 0 | 0 | 0 | 924 | 2,577 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,501 |
| ,146 | 0 | 0 | 0 | 0 | 296 | 1,808 | 0 | 0 | 0 | 2,104 | 0 | 0 | 2,103 |
| ,343 | 0 | 4,363 | 4,363 | 0 | 1,142 | 5,840 | 4,363 | 184 | 6,796 | 6,796 | 0 | 0 | 11,346 |

第 9 章

付 図 ・ 付 表

付9-1

付表 9-5-1

東京通勤圏における鉄道路線の記号対照表

| | 環 状 線 およびその内部 | 東 郊 | 北 郊 | 西 郊 | 南 郊 |
|----|------------------------|-----------|---------|----------------------|-----------|
| 記号 | L | E | N | W | S |
| 1 | Lo山手線(外廻) Li山手線(内廻) | 総 武 線 | 東 北 線 | lr中央線(急) ls中央線(緩) | 東 海 道 線 |
| 2 | 中 央 線(環内) | 常 盤 線 | 高 崎 線 | 西武池袋線 | 東急東横線 |
| 3 | 赤 羽 線 | 京 成 線 | 東武東上線 | " 新宿線 | 東急目蒲線 |
| 4 | 銀 座 線 | ——— | 東武伊勢崎線 | 京王帝都京王線 | ——— |
| 5 | 丸ノ内線(環内) | 東京都営1号線 | " 野 田 線 | " 井ノ頭線 | 東急田園都市線 |
| 6 | 日 比 谷 線 | 新 京 成 電 鉄 | | 小田急小田原線 | 京浜急行本線 |
| 7 | | | | 東 急 玉 川 線 | 相 模 本 線 |
| 8 | | | | 丸ノ内荻窪線 | 横 須 賀 線 |
| 9 | | | | | 南 武 線 |
| 10 | | | | | 京浜東北線(北行) |

ij - 表)

| | B | W7 | S1 | S2 | S3 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | E' | G' | T |
|-----|-----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|----|------|------|
| O | 829 | 26 | 70 | 80 | 49 | 36 | 56 | 1 | | 22 | 244 | | | 3008 |
| B | | 1 | 83 | 10 | 1 | 2 | 9 | | | 3 | 141 | | 49 | 829 |
| L1o | | | | | | | | | | | | 3 | 220 | 278 |
| L1i | | | | | | | | | | | | 2 | 123 | 206 |
| L2 | | | | | | | | | | | | | 4 | 4 |
| L3 | | | | | | | | | | | | | 1 | 23 |
| L4 | | | | | | | | | | | 4 | | 289 | 314 |
| L5 | | | | | | | | | | | | 5 | 538 | 636 |
| L6 | | | | | | | | | | | 10 | 2 | 90 | 150 |
| E1 | | | | | | | | | | | 137 | | 119 | 279 |
| E2 | | | | | | | | | | | 144 | | 3 | 171 |
| E3 | | | | | | | | | | | 28 | | | 75 |
| E5 | | | | | | | | | | | 2 | | 44 | 48 |
| E6 | | | | | | | | | | | | | | 37 |
| N1 | | | | | | | | | | | 16 | | | 19 |
| N2 | | | | | | | | | | | 20 | | | 22 |
| N3 | | | | | | | | | | | | | | 115 |
| N4 | | | | | | | | | | | | | | 50 |
| N5 | | | | | | | | | | | 5 | | | 16 |
| W1f | | | | | | | | | | | | 36 | 332 | 592 |
| W1s | | | | | | | | | | | 11 | 8 | 254 | 304 |
| W2 | | | | | | | | | | | | | | 152 |
| W3 | | | | | | | | | | | | | | 89 |
| W4 | | | | | | | | | | | | | | 86 |
| W5 | | | | | | | | | | | | | | 64 |
| W6 | | | 1 | | | | | | | | | | | 140 |
| W7 | | | | | | 1 | | | | | | | | 27 |
| S1 | | | | | | | | | | | 18 | 4 | 129 | 215 |
| S2 | | | 21 | 2 | | | | | | | | | | 104 |
| S3 | | | | | | | | | | | 19 | | | 50 |
| S5 | | | | 8 | | | | | | | 31 | | | 39 |
| S6 | | | 25 | | | | | | | | 39 | | | 65 |
| S7 | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| S8 | | | | | | | | | | | | | | |
| S9 | | | 12 | 3 | | | | | | | 9 | | | 25 |
| S10 | | | 3 | | | | | | | | | 9 | 744 | 878 |
| B' | | | | | | | | | | | | | 69 | 69 |
| T | 829 | 27 | 215 | 104 | 50 | 39 | 65 | 1 | | 25 | 878 | 69 | 3008 | 9180 |

[illegible]

(X_{ij}*-表)

| W3 | W4 | W5 | W6 | W7 | S1 | S2 | S3 | S5 | S6 | S7 | S9 | S10 | Y | O | T |
|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| 12.7 | 108.1 | 70.6 | 161.9 | 34.0 | 90.7 | 103.1 | 52.8 | 32.0 | 55.5 | 1.4 | 25.1 | 194.3 | | | 4022.7 |
| 5.3 | 5.5 | 3.9 | 24.4 | 1.3 | 107.3 | 12.9 | 1.1 | 1.8 | 8.9 | | 3.4 | 112.5 | | 60 | 977.3 |
| | | | | | | | | | | | | | 4.3 | 289.5 | 368.7 |
| | | | | | | | | | | | | | 2.8 | 160.7 | 270.5 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 29.3 |
| | | | | | | | | | | | | 3.5 | | 370.5 | 402.3 |
| | | | | | | | | | | | | | 7.0 | 715.0 | 845.2 |
| | | | | | | | | | | | | 7.7 | 2.8 | 117.3 | 192.7 |
| | | | | | | | | | | | | 108.3 | | 161.0 | 299.9 |
| | | | | | | | | | | | | 114.6 | | | 145.2 |
| | | | | | | | | | | | | 22.4 | | | 78.2 |
| | | | | | | | | | | | | 1.4 | | 56.1 | 59.6 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 37.2 |
| | | | | | | | | | | | | 12.6 | | 475.1 | 491.7 |
| | | | | | | | | | | | | 16.1 | | | 18.5 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 150.6 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 61.1 |
| | | | | | | | | | | | | 4.2 | | | 15.3 |
| | | | | | | | | | | | | | 50.7 | 440.4 | 815.7 |
| | | | | | | | | | | | | 9.1 | 11.3 | 343.7 | 411.9 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 199.7 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 118.0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 116.2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 83.6 |
| | | | | | 1.4 | | | | | | | | | | 189.2 |
| | | | | | | | | 0.9 | | | | | | | 35.5 |
| | | | | | | | | | | | | 14.7 | 5.6 | 170.9 | 278.0 |
| | | | | | 27.3 | | 2.2 | | | | | | | | 131.7 |
| | | | | | | | | | | | | 15.4 | | | 56.0 |
| | | | | | | 10.3 | | | | | | 24.5 | | | 34.8 |
| | | | | | 32.3 | | | | | | | 30.7 | | | 64.6 |
| | | | | | | 1.4 | | | | | | | | | 1.4 |
| | | | | | 15.3 | 3.8 | | | | | | 7.0 | | | 29.9 |
| | | | | | 3.9 | | | | | | | | 12.6 | 516.7 | 698.9 |
| | | | | | | | | | | | | | | 95.5 | 95.5 |
| 18.0 | 1 | | | | 35.3 | 278.1 | 131.5 | 56.0 | 34.7 | 64.4 | 1.4 | 28.5 | 698.8 | 95.5 | |



